

CONTENTS OF NO. 27

(In Japanese with English summary except * in English)

- *TAKANO, H.
Diatoms in pearl shell fishing grounds in the Arafura Sea (1)
- SAGARA, J. and TAKEMURA, Y.
Studies on the age determination of the silver-lip pearl oyster,
Pinctada maxima (JAMESON) (7)
- DOI, T.
On the ten-day fluctuations of index to size of fish population in
the waters adjacent to the Strait of Bungo (15)
- TAKAYAMA, S. and KOYAMA, T.
Improvement in the flotation of a netted glass ball by a plastic
covering (23)
- MITSUGI, S., YOSHIMUTA, C. and INABA, S.
Behaviours of fishes entering a trap net—I. Field experiments
on the "Isaki", *Parapristipoma trilineatum* (33)
- HIGASHI, H., YAMAKAWA, T. and MAITA, N.
Studies on the extraction of vitamin oil—II. Comparative effect
of soy bean oil and pollack liver oil as the pick-up oil (41)
- *YAMADA, K. and AMANO, K.
Studies on the browning of irradiated fish—I. Effect of presence
of free sugar on the browning of fish flesh (47)
- MURAYAMA, S. and YANASE, M.
Nutritive elements of fish meal and solubles produced in various
countries (55)
- HIGASHI, H., HIRAO, S., YAMADA, J., KIKUCHI, R., NOGUCHI, H. and
IZUKA, S.
Studies on fluctuation of the vitamin A content in fishes—III.
Vitamin A feeding test on eel (61)
- HIRAO, S., YAMADA, J. and KIKUCHI, R.
On improving the efficiency of feed for fish culture—I. Transit
and digestibility of diet in eel and rainbow trout observed by
use of P^{32} (67)

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN

Tokai Reg. Fish.
Res. Lab. Bulletin
3122
27-35
1960-62

本報告略号
—東海水研報—

Abbreviation of this bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 35 年 2 月 25 日 印 刷
昭和 35 年 2 月 29 日 発 行

発 行 所 水産庁東海区水産研究所
 東京都中央区月島3号地

発 行 者 源 生 一 太 郎
 東京都中央区月島3号地

印 刷 者 田 中 忠 雄
 東京都中央区新富町3の6

印 刷 所 日本応用印刷株式会社
 東京都中央区新富町3の6
 電話 築地 (551) 7191~5

Diatoms in Pearl Shell Fishing Grounds in the Arafura Sea*

Hideaki TAKANO

Since 1953, a few series of samples of microplankton have been obtained in connection with the survey work for fishing of the pearl oyster, *Pinctada maxima* (JAMESON), in the Arafura Sea. Some of them were handed over to the writer by courtesy of his colleagues for studying in detail, with some samples of sediments and pebbles from the bottom, and shells and alimentary tracts of the oyster. The present report is a result of examination on the material, noting a general appearance of diatom communities, both planktonic and benthonic, living in the Sea in the fishing season.

Samples dealt with here were collected by Dr. Takeshi KAWANA, Mr. Jun'ichiro SAGARA and Mr. Yoshio TAKEMURA, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, in three regions in the Sea, i.e. East Fishing Ground off Northern Territory, Australia, West Fishing Ground west of Melville Island, Australia, and Thursday Island Fishing Ground south of New Guinea (*cf.* TAKEMURA & OKUTANI, 1958).

The writer wishes to express his sincere thanks to the collectors for providing the material and giving facilities for the study to him. He is also thankful to Mr. Y. TAKEMURA and Miss Seiko EBISAWA in the Laboratory for generosity of printing micrographs in the course of preparing the plates. Prof. Kohei TSUMURA, Yokohama Municipal University, was most cooperative in assisting the identification of some species.

I. Planktonic Forms

Plankton catches were obtained by vertical haul from depths to the surface, using a conical net of Hensen's type, 1 m. in length, 22.5 cm. in diameter at the mouth, made of bolting silk of 129 meshes a linear inch. Date and location of collecting for the examined catches are shown in Table 1. As the depth to the bottom varied at

Table 1. Phytoplankton catches collected in the Arafura Sea.

Series	Date	F. G.	Location	Surf. W. T. (°C)	Depth (m.)	Number of catches
1	IX 18-X 21 1953	East	11°17.5'-11°40'S 134°21'-135°48'E	25.8-27.8	27-37	8
2	VI 9-VII 31 1954	"	11°30'-11°41'S 134°14'-134°39.5'E	23.3-26.2	26-34	41
3	VI 6-VII 9 1953	West	10°44'-11°20'S 129°29'-130°06'E	25.5-27.9	17-33.1	17
4	IX 21-X 7 1957	Thurs. I.	9°45.8'-10°31.5'S 141°01'-141°45.5'E	26.3-27.3	24-40	7

* Received Dec. 1, 1959.

Contribution A, No. 121, from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

stations ranging 17–40 meters, towneittings were made from different depths of water layers, 25 m. in Series 1, 20 m. in Series 3, and from the bottom in Series 2 and 4.

All catches were small in quantity, being not over 9.0 c.c. in settling volume. In spite of prominent occurrence of pelagic Cyanophyceae, *Trichodesmium** spp. (*T. thiebautii* GOM., *T. hildebrandtii* GOM.) in some catches, planktonic diatoms were also notable in many catches. Each series showed the following characters:

Series 1 (East Fishing Ground).....Among eight samples obtained in 1953 three collected at 11°35'–40'S, 134°30'–35'E were rich in small-sized diatoms such as *Hyalochaetes* and species of *Bacteriastrum*. Other five catches were composed mainly of species of *Trichodesmium*. Maximum volume in those samples was 9.0 c.c. (by 0–25 m. towing) of a diatom dominating catch.

Series 2 (East Fishing Ground).....Though the catches of 1954 in this region were obtained from a comparatively small area, it is interesting to note that three waters could be distinguished there by the characters of occurring plankton (Fig. 1). In the

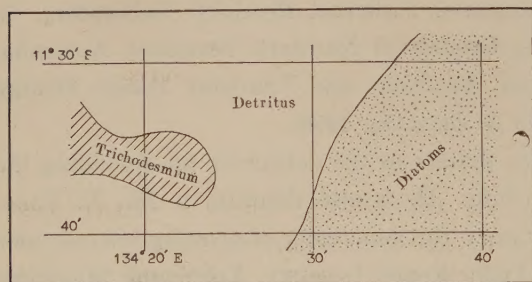


Fig. 1. Distribution of phytoplankton communities at the East Fishing Ground in June and July 1954.

western side of the ground, there was an area rich in *Trichodesmium*. In the middle area, the plankton was small in quantity, less than 0.5 c.c. by a haul, and mainly composed of organic detritus. In the eastern side, diatoms were main constituents, being rich in *Hyalochaetes* and many minute species. Maximum volume in this series was 7.4 c.c. (by 0–29 m.

towing) of a diatom dominating catch.

Series 3 (West Fishing Ground).....Though diatoms were dominating in all catches, differing from the preceding two series, *Hyalochaetes* were not prominent in the samples of this series. Species of *Rhizosolenia* were dominating in three catches, *Coscinodiscus* in eleven, and *Guinardia flaccida* in three. Maximum volume was 5.0 c.c. (by 0–20 m. towing) of a catch being rich in species of *Coscinodiscus*.

Series 4 (Thursday Island Fishing Ground).....Five catches were rich in *Trichodesmium* and one in zooplankton. Only one catch was rich in diatoms in which species of *Rhizosolenia* were dominant. Maximum volume of the catches was 5.3 c.c. (by 0–24 m. towing) composed mainly of *Trichodesmium*.

As for the appearing diatoms, species of *Rhizosolenia*, especially *R. alata* form *indica* (H. PÉR.) OSTF. and *R. imbricata* BRIGHTW., and *Guinardia flaccida* (CASTR.) H. PÉR. were most frequently found in all series.

In diatom propagating waters markedly noticeable in the East Fishing Ground, the community was composed mainly of small-sized diatoms listed below:

* Dr. Isamu UMEZAKI, Kyoto University, kindly informed to the writer that some botanists include *Trichodesmium* (EHR.) GOM. in *Oscillatria* VAUCHER or in *Skujaella* J. DE TONI.

Chaetoceros compressus LAUDER
Ch. lorenzianus GRUNOW
Bacteriastrum comosum PAVILLARD
B. hyalinum LAUDER

Rhizosolenia alata BRIGHTW.
R. stollerfothii H. PÉRAGALLO
Thalassionema nitzschioides HUST.
Thalassiothrix frauenfeldii GRUN.

The following were also common in the waters :

Cerataulina pelagica (CL.) HENDEY
Hemiaulus hauckii GRUNOW
Chaetoceros affinis LAUDER
Ch. curvisetus CLEVE
Ch. didymus var. *anglicus* (GRUN.) GRAN
Ch. pelagicus CLEVE
Ch. peruvianus BRIGHTW.
Ch. seychellarum KARSTEN
Nitzschia seriata CLEVE

Bacteriastrum delicatulum CLEVE
B. minus KARSTEN
Lauderia borealis GRAN
Leptocylindrus danicus CLEVE
Rhizosolenia bergonii H. PÉRAGALLO
R. delicatula CLEVE
R. setigera BRIGHTW.
R. styliformis var. *latissima* BRIGHTW.

In catches collected in areas poor in minute forms, such as in Series 3 and 4, the following species commonly appeared :

Coscinodiscus concinnus W. SM.
C. gigas var. *praetextus* (JAN.) HUST.
C. jonesianus (GREV.) OSTENFELD
C. subtilis EHRENBERG
Thalassiosira subtilis (OSTF.) GRAN
Hemidiscus hardmanianus (GREV.) MANN
Bellerochea malleus f. *tetragona* (V.H.) HUST.

Biddulphia sinensis GREVILLE
Ditylum sol GRUNOW
Hemiaulus sinensis GREVILLE
Rhizosolenia calcar avis M. SCHULTZE
R. castracanei H. PÉRAGALLO
R. robusta NORMAN

Throughout the whole series, the following were not rare in their occurrences :

Planktoniella sol (WALL.) SCHÜTT
Stephanopyxis palmeriana (GREY.) GRUN.
Climacodium biconcavum CLEVE
C. frauenfeldianum GRUNOW
Hemiaulus membranaceus CLEVE

Streptotheca thamensis SHRUBSOLE
Chaetoceros pseudocurvisetus MANGIN
Rhizosolenia acuminata (H. PÉR.) GRAN
Navicula membranacea CLEVE

Species comparatively rare in their occurrences were as follows :

Chaetoceros dadayi PAVILLARD
Ch. denticulatus LAUDER
Ch. laevis LEUD.-FORTM.
Ch. rostratus LAUDER
Ch. tetrastichon CLEVE
Ch. vanheurcki GRAN

Biddulphia mobiliensis (BAIL.) GRUN.
Corethron criophilum CASTRACANE
Rhizosolenia cylindrus CLEVE
Thalassiothrix longissima CL. & GRUN.
Pleurosigma affine GRUNOW
Bacillaria paxillifer (MÜLL.) HENDEY

As far as the writer knows, there is only a research work concerning diatoms of the Arafura Sea in Japanese literature. KOBAYASHI (1940) shows a superficial observation about them listing twenty diatoms, seven of which have not been studied beyond the genera. But his conclusion that species of *Rhizosolenia* and *Coscinodiscus* are the representatives of pelagic diatom communities in the Arafura Sea agrees with the results of the present study. The former prominently occurred in many catches and the latter were important in some catches. Moreover, *Guinardia flaccida*, which was originally described by CASTRACANE (1886) from the Arafura Sea as *Rhizosolenia flaccida*, was remarkable in many catches. Also prominent in some of the present catches were *Chaetoceros compressus*, *Ch. lorenzianus* and *Bacteriastrum hyalinum*.

With abundance of *Trichodesmium*, which sometimes grow up to a dense population

visibly discoloring the surface water, and with richness of those leading diatoms, species approved as warm water habitants such as species of *Hemiaulus*, *Streptotheca*, *Climacodinium*, *Planktoniella*, occurred not a few, representing the tropical characters in phytoplankton of the Arafura Sea.

II. Benthonic Forms

Diatoms in the bottom sediments and stomach contents of the oyster were examined before and after boiling the samples with hydrochloric acid and then with nitric acid in order to remove soluble organic matter. For collecting diatoms attaching upon pebbles and shells, they were immersed and washed in dilute hydrochloric acid, and the material settled in bottles was also cleaned by the double-acid method.

1) Diatoms in bottom sediments

Benthonic diatoms were examined on seven samples of bottom sediments, three of which were obtained from the East Fishing Ground in 1954, two from the West Fishing Ground in 1955, and two from the Thursday Island Fishing Ground in 1957. Comparing bottom diatom floras of the three regions, the materials from the East and the Thursday Island Fishing Grounds were similar in composition on the whole, with common habitants in both areas including species of *Coscinodiscus*, *Paralia sulcata*, *Podosira stelliger*, species of *Triceratium*, *Diploneis weissflogii*, *Trachineis aspera* and *Nitzschia panduriformis*. However, the bottom flora of the West Fishing Ground was showing dominance of other diatoms such as *Archnoidiscus ornatus*, *Rhabdonema adriaticum*, *Diploneis splendida*, species of *Mastogloia* and *Amphora*.

Diatoms were scarcely found in two samples obtained from muddy areas out of the East Fishing Ground in 1954, where oyster fishing was thought hopeless.

Main constituents of the floras in bottom sediments were as follows:

Centricae

<i>Archnoidiscus ornatus</i> EHRENBURG (W)*	<i>Actinoptychus senarius</i> EHR. (ET)
<i>Coscinodiscus excentricus</i> EHR. (ETW)	<i>Triceratium muricatum</i> BRIGHTW. (ETW)
<i>C. lineatus</i> EHR. (ET)	<i>T. scitulum</i> f. <i>quadratum</i> A.S. (ET)
<i>C. nitidus</i> GREGORY (EW)	<i>T. pentacrinus</i> (EHR.) WALLICH (ET)
<i>C. radiatus</i> EHR. (ET)	<i>T. reticulum</i> EHR. (ET)
<i>C. rothii</i> (EHR.) GRUN. (ETW)	f. <i>quadrangulare</i> HUST. (W)
<i>Paralia sulcata</i> (EHR.) CL. (ET)	<i>Biddulphia tuomeyi</i> (BAIL.) ROPER (E)
<i>Podosira stelliger</i> (BAIL.) MANN (ET)	

Pennatae

<i>Rhabdonema adriaticum</i> KÜTZ. (W)	<i>Podocystis adriatica</i> KÜTZ. (W)
<i>R. mirificum</i> W. SM. (W)	<i>Navicula clavata</i> GREGORY (ET)
<i>Grammatophora oceanica</i> GRUN. (ET)	<i>N. lyra</i> EHR. (ET)
f. <i>macilenta</i> (W. SM.) GRUN. (ET)	<i>Trachineis aspera</i> (EHR.) CL. (ETW)
<i>Cocconeis heteroidea</i> HANTZSCH (W)	<i>Amphora crassa</i> GREGORY (ETW)
<i>Diploneis smithii</i> (BRÉB.) CL. (ETW)	<i>A. arenaria</i> DONKIN (W)
<i>D. splendida</i> (GREG.) CL. (ETW)	<i>A. spectabilis</i> GREGORY (W)
<i>D. weissflogii</i> (A.S.) CL. (ET)	<i>A. turgida</i> GREGORY (ETW)

* The letter in parentheses shows the region where the species appeared.
E.....East, T.....Thursday Island, and W.....West Fishing Ground.

<i>Mastogloia fimbriata</i> (BRIGHTW.) CL. (W)	<i>Hydrosilicon mitra</i> BRUN (W)
<i>M. splendida</i> (GREG.) CL. (W)	<i>Surirella eximia</i> GREVILLE (ET)
<i>Cymatosira lorenziana</i> GRUN. (ET)	<i>S. macraeana</i> GREVILLE (W)
<i>Nitzschia panduriformis</i> GREGORY (ET)	

2) Epiphytes upon pebbles and shells

At the bottom of Thursday Island Fishing Ground, calcareous gravel stones were abundantly found (TAKEMURA, 1959). Those stones taken from two stations in 1957 were washed with dilute hydrochloric acid for collecting diatoms attaching on the surface. Members found in the material were also rich in number and all of them were common to those living in the bottom sediments.

Epiphytes upon the shell of the oyster were collected by the similar method from a shell caught in the East Fishing Ground in 1954. Diatoms, seemingly poor in quantity upon the shell, were never small in number of species.

The following diatoms were found in the material obtained by washing of pebbles and the shell: *Coscinodiscus lineatus*, *C. radiatus*, *Paralia sulcata*, *Podosira stelliger*, *Triceratium scitulum* form *quadratum*, *T. reticulum*, *Diploneis smithii*, *D. weissflogii*, *Navicula clavata*, *N. lyra*, *Trachineis aspera*, *Amphora turgida*, *Nitzschia panduriformis*, *Surirella macraeana*.

3) Food of *Pinctada maxima*

Contents of alimentary tracts of the oyster were obtained from an individual caught in the East Fishing Ground in 1954 and four in the Thursday Island Fishing Ground in 1957. The contents were mainly composed of formless organic deposits at the sea bottom. Nevertheless, not only diatoms but also peridinians, silicoflagellates and certain blanchlike microalgae were noticed in the material. As has been known with some other bivalves (IKARI, 1929; CHIBA *et al.*, 1955), diatoms are thought to be an important item of food of the present oyster.

Diploneis weissflogii, *Trachineis aspera* and fragments of *Coscinodiscus gigas* var. *praetextus* were comparatively abundant in the material from the East Fishing Ground, and *Nitzschia panduriformis* in the sample from the Thursday Island Fishing Ground. Though destroyed frustules of some planktonic diatoms such as *Hemiaulus sinensis*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Bacteriastrum hyalinum* were sometimes noticed in the material, they were comparatively rare in number. A substantial amount of benthonic species which have stiff frustules were remarkably found in alimentary tracts of the oyster.

Benthonic diatoms at the bottom of the Arafura Sea include a great number of species which have not yet been given an account. More extensive studies on taxonomy and quantitative distribution of benthonic diatoms are recommended for further investigations in pearl oyster fishing grounds.

References

- CASTRACANE, F. 1886: Report on the Diatomaceae collected by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876. Rep. Sci. R. Voy. H.M.S. "Challenger", Botany, vol. 2, pp. 1-178, pls. 1-30.
- CHIBA, T. *et. al.* 1955: Studies on the food of bivalves in Setonaikai, Inland Sea of Japan, *Fulvia mutica* (REEVE). Jour. Shimonoseki Col. Fish., vol. 4, no. 3, pp. 321-326. (In Japanese)
- IKARI, J. 1929: Notes on the diatoms found in the stomach contents of Japanese oysters. Proc. Fourth Pac. Sci. Cong., Java, pp. 239-244.
- KOBAYASHI, T. 1940: Kitagoshu oyobi Ranryohigashiindo kinkai shirochogai seitai chosa hokoku, Showa 13 nendo. Nanyocho Suisan Shikenjo, 36 pp. (In Japanese)
- TAKEMURA, Y. 1959: Bottom character of pearling beds in the Arafura Sea. I. Size distribution and mud contents of the Thursday Island and East regions. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., no. 22, pp. 17-25. (In Japanese)
- TAKEMURA, Y. & OKUTANI, T. 1958: On the identification of species of *Pinctada* found attached to *Pinctada maxima* (JAMESON) in the Arafura Sea. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., no. 20, pp. 47-60.

アラフラ海白蝶貝漁場の珪藻類

高野秀昭

要 約

オーストラリア北部沿岸の白蝶貝漁場において、1953~57年の間に東海水研 川名博士、相良技官及び竹村技官によつて採集された標本により、漁期中同海域に見られる珪藻群落を、浮游性及び底棲性の双方にわたつて調べた。

供試プランクトン標本の採集記録を第1表に示す。浮游珪藻は、量は少ないが種数に富む。East 漁場(1953, 54年)では、藍藻 *Trichodesmium* の少ない水域に *Hyalochaetes* 及び *Bacteriastrum* 属など小型珪藻を主体とした群落が見られ、特に1954年には、東側に珪藻域、西側に藍藻域、中間に浮游植物に極めて乏しい水域が区別された(第1図)。West 漁場(1953年)と木曜島漁場(1957年)では *Hyalochaetes* は少なく、*Rhizosolenia*, *Coscinodiscus* 属中の比較的大型の種、*Guinardia flaccida* 等が主体であつた。

各漁場共海底の砂泥中には多くの底棲珪藻が見られた。第1, 2図版中之等底棲種の写真を多く示す。

底棲群落の組成は、East 漁場(1954年)と木曜島漁場(1957年)ではほぼ同様であつたが、West 漁場(1955年)では異なつた組成が見られた。East 漁場外の白蝶貝採取の行われていない極めて泥深い底域(1954年)には、底棲珪藻は殆んど検出されなかつた。

木曜島漁場底より採集された礫(1957年)及びEast 漁場採取の白蝶貝(1954年)の表面に附着していた珪藻の種類は、砂泥中に棲存するものと共通であり、特に異なつた種の繁殖は見られなかつた。

二枚貝の食餌として珪藻類は重要であるが、白蝶貝においても多くの珪藻が消化管内容物中に含まれていた。之等は浮游性珪藻の殻もあるが、底棲性珪藻の方が多く見られた。East 漁場採取(1954年)の貝では *Coscinodiscus gigas* var. *praetextus*, *Trachineis aspera*, *Diploneis weissflogii* 等が多く食されており、木曜島漁場採取(1957年)の貝には、*Nitzschia panduriformis* が著しく多く見られた。

Plates

(圖 版)

Plate I

- Fig. 1. *Trichodesmium hildebrandtii* GOM. (Cyanophyceae). This species bloomed in the Thursday Island Fishing Ground making notable discolored water at the sea surface.
- Fig. 2. *Paralia sulcata* (EHR.) CL. valve view. Diameter 38 μ .
- Fig. 3. *Paralia sulcata* (EHR.) CL., girdle view of a colony.
- Fig. 4. *Triceratium muricatum* BRIGHTW. A side 58 μ .
- Fig. 5. *Triceratium scitulum* form *quadratum* A.S. A side 60 μ .
- Fig. 6. *Triceratium reticulum* EHR. A side 42 μ .
- Fig. 7. *Triceratium reticulum* form *quadrangulare* HUST. A side 60 μ .
- Fig. 8. *Triceratium pentacrinus* (EHR.) WALLICH, valve view. Diameter 53 μ .
- Fig. 9. *Triceratium pentacrinus* (EHR.) WALLICH, girdle view.
- Fig. 10. *Biddulphia tuomeyi* (BAIL.) ROPER, girdle view. Apical axis 82 μ .
- Fig. 11. *Arachnoidiscus ornatus* EHR. Diameter 170 μ .
- Fig. 12. *Coscinodiscus radiatus* EHR. Diameter 112 μ .
- Fig. 13. *Coscinodiscus rothii* (EHR.) GRUN. Diameter 60 μ .
- Fig. 14. *Coscinodiscus gigas* var. *praetextus* (JANISCH) HUSTEDT. Diameter 580 μ . This species appeared commonly in plankton catches.
- Fig. 15. *Coscinodiscus gigas* var. *praetextus* (JANISCH) HUSTEDT, areolae in the central part of the valve.
- Fig. 16. *Coscinodiscus lineatus* EHR. and apexes of *Rhizosolenia* appeared in the alimentary tract of *Pinctada maxima* (JAMESON).

Plate I

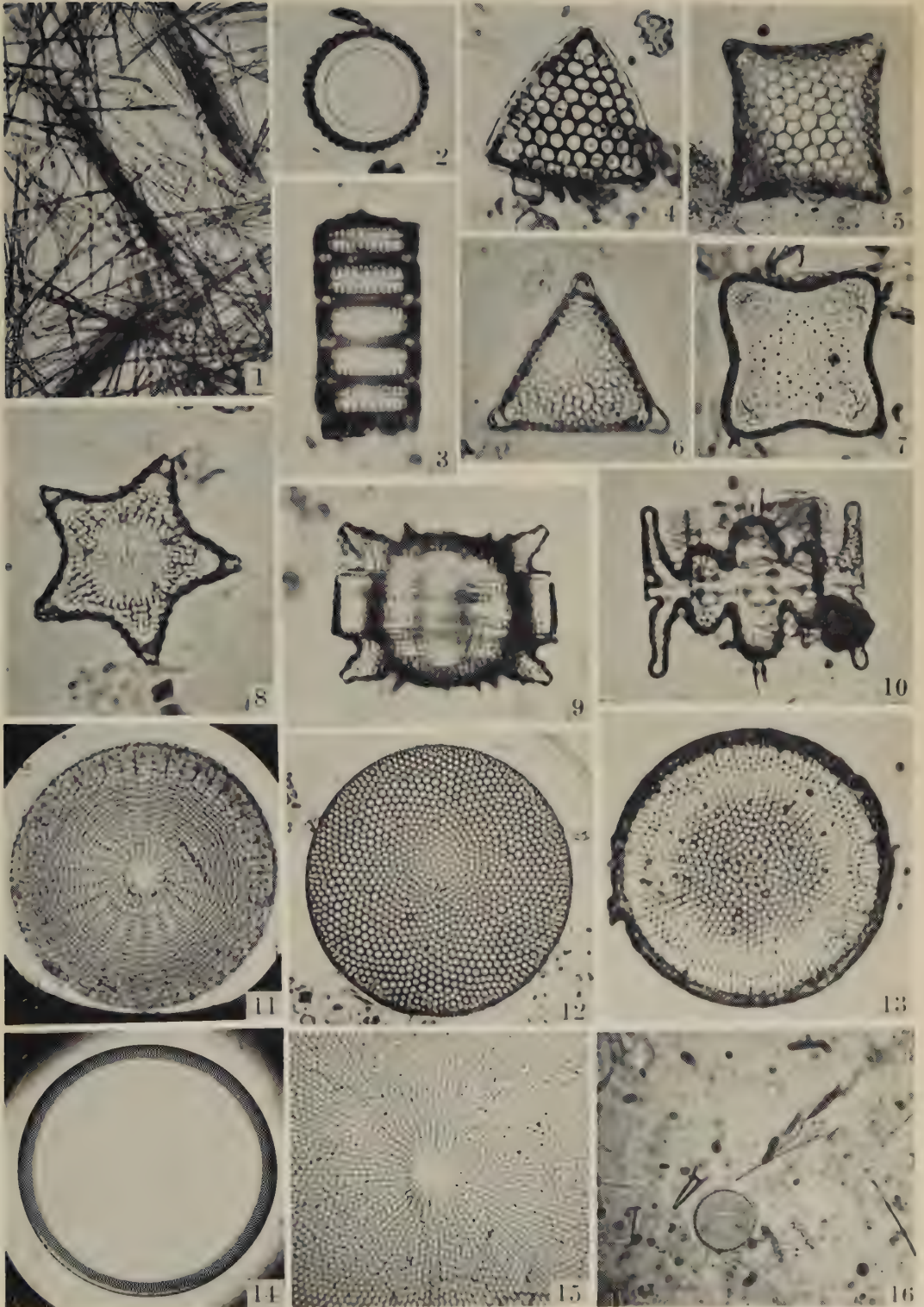
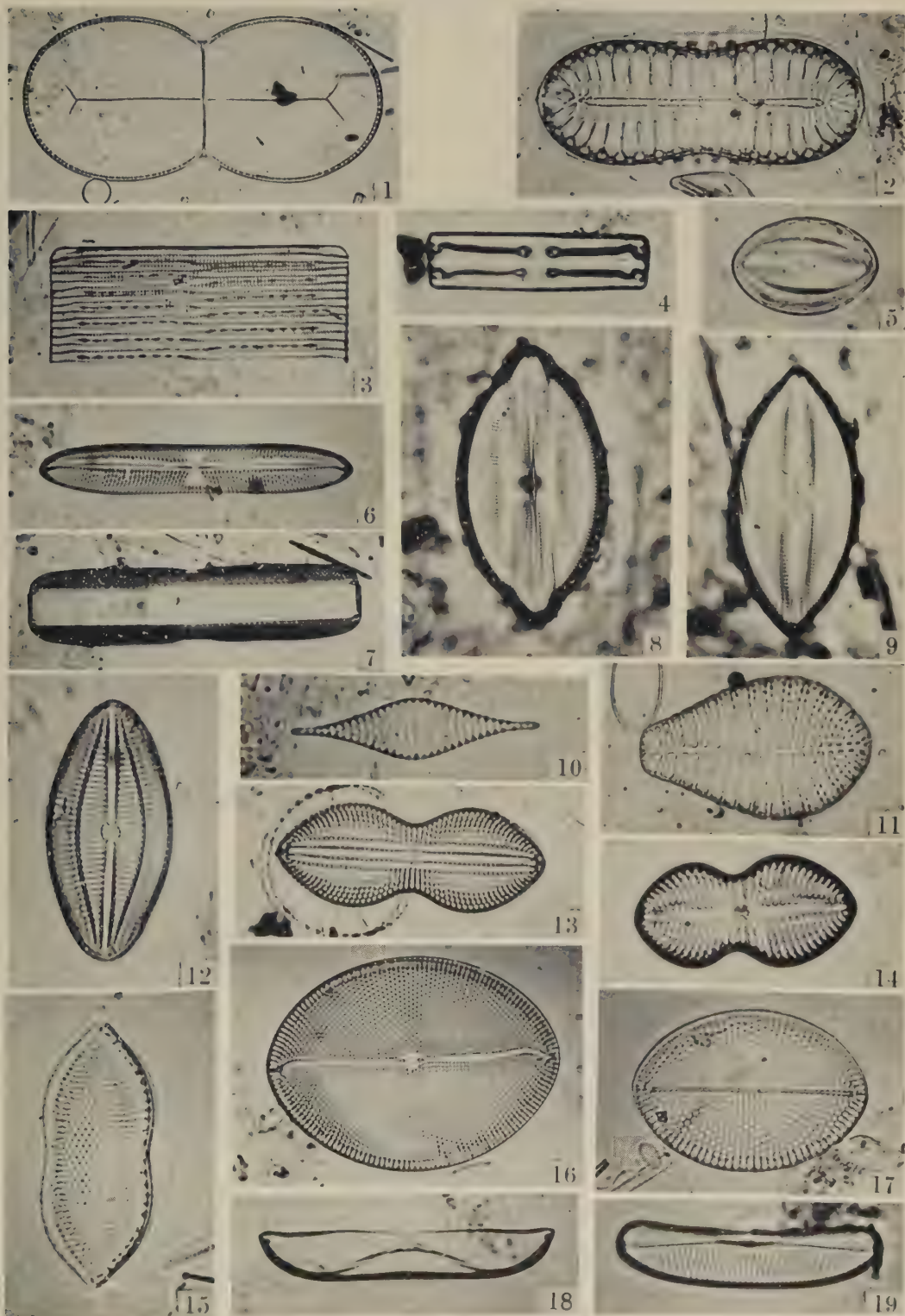


Plate II

- Fig. 1. *Hydrosilicon mitra* BRUN. Apical axis 150 μ .
Fig. 2. *Surirella eximia* GREVILLE. Apical axis 95 μ .
Fig. 3. *Rhabdonema mirificum* W. SM. Apical axis 112 μ .
Fig. 4. *Grammatophora oceanica* GRUNOW, girdle view. Apical axis 54 μ .
Fig. 5. *Cocconeis heteroidea* HANTZSCH. Apical axis 40 μ .
Fig. 6. *Trachineis aspera* (EHR.) CLEVE, valve view. Apical axis 155 μ .
Fig. 7. *Trachineis aspera* (EHR.) CLEVE, girdle view.
Fig. 8. *Navicula clavata* GREGORY. Apical axis 70 μ .
Fig. 9. *Navicula lyra* EHR. Apical axis 110 μ .
Fig. 10. *Cymatosira lorenziana* GRUNOW. Apical axis 48 μ .
Fig. 11. *Podocystis adriatica* KÜTZING. Apical axis 56 μ .
Fig. 12. *Diploneis smithii* (BRÉB.) CLEVE. Apical axis 58 μ .
Fig. 13. *Diploneis splendida* (GREG.) CLEVE. Apical axis 80 μ .
Fig. 14. *Diploneis weissflogii* (A.S.) CLEVE. Apical axis 75 μ .
Fig. 15. *Nitzschia panduriformis* GREGORY. Apical axis 28 μ .
Fig. 16. *Mastogloia splendida* (GREG.) CLEVE. Apical axis 88 μ .
Fig. 17. *Mastogloia fimbriata* (BRIGHTW.) CLEVE. Apical axis 62 μ .
Fig. 18. *Amphora arenaria* DONKIN. Apical axis 100 μ .
Fig. 19. *Amphora spectabilis* GREG. Apical axis 70 μ .

Plate II



シロチヨウガイの年令に関する考察*

相 良 順 一 郎・竹 村 嘉 夫

緒 言

シロチヨウガイの年令或いは成長度に関する報告は極めて少なく、和田³⁾のブートンにおける真珠会社のシロチヨウガイ稚貝の 10 年にわたる飼育結果並びに北濠洲からパラオに移殖された若貝の一年間の成長結果位のものである。これはシロチヨウガイではアサリやハマグリ等と異なり、その貝殻表面にあらわれる所謂年輪の識別が困難であるためであろう。

今回筆者等はシロチヨウガイの貝殻表面以外にあらわれる年令形質を求めるべく、特に左殻足絲窩の部分の貝殻切片標本をつくり、そこに観察される年輪からシロチヨウガイの年令査定を試みたので、ここに報告する。報告に当り、本題をあたえられた東海区水産研究所増殖部長川名武博士並びに有益な御助言を戴いた同魚介科長猪野峻博士及びオーストラリア木曜島所在の C.S.I.R.O. 所屬研究所 J.S. Hynd 氏 又切片標本作製に当り御助力を戴いた牧伊藤良信氏と加納嘉市氏の諸氏に対し、ここに深甚なる謝意を表する。

材料及び方法

供試貝は 1955 年第 1 図に示すアラフラ海のオーストラリア漁区の中で、5, 6, 9 区と 18 区内で採集したもの計 19 個、他に採集年月日と漁区不明のもの計 12 個合計 31 個で、これ等の貝の左殻を用いた。左殻の切断部は第 2 図に示す如く、足絲窩、蝶交線中央部と殻頂部で、これらの部位を、貝が大きい場合は鉋物切断器により、小さいものでは鉄切鋸で、適当な厚さに切り、次にカーボランダム粗、細粒を用いて年輪が明瞭になるまで研磨して、貝殻切片標本作製した。この切片標本の中で、後述の理由により、主として足絲窩の切片にあらわれる年輪から年令を査定した。又各供試貝について第 1 表に示した貝殻各部の測定を行い、査定した年令との関係を求め、これらの結果が

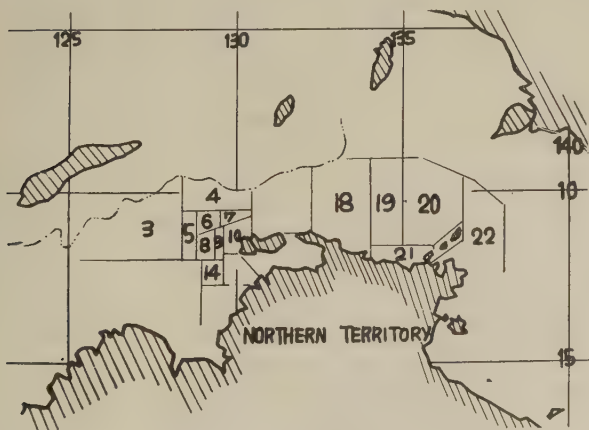


Fig. 1. Showing the subareas from which the shell are collected.

第 1 図 供試貝採集漁区図

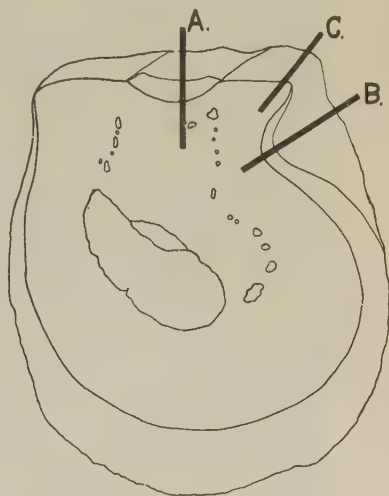


Fig. 2. Showing the regions and axes in which the shell material is sectioned.

第 2 図 貝殻の切断部位

* 1960 年 1 月 29 日受理、東海区水産研究所業績 A 第 126 号

ら貝を切らずに、その年令を推定することを併せ試みた。

結果並びに考察

A. 年令の査定

1. 貝殻の各部の切片にあらわれる年輪の検討

同一の貝について左殻の足絲窩、蝶交線中央部及び殻頂を通る部分の年輪を夫々図版 I. A—C. に示した。

足絲窩：足絲窩の切片においては図版 I. B に示す如く、透明な層と不透明な層とが、濃淡の交互の縞模様となつてあらわれているのが見られる。この様なことについては既に林¹⁾がウバガイその他の貝について観察しており、ウバガイでは貝殻縦断面の切片において稜柱層は不透明であるが、貝殻表面から観察される年輪の所には透明な層が存在し、又殻頂部の真珠層の切片においても透明、不透明の二層が交互になつているのが見られ、且つその両者の透明層の数が一致していることを述べている。シロチヨウガイの足絲窩に見られる年輪はウバガイの様に明瞭ではないが、透明、不透明の二層を判別することは可能である。

蝶交線中央部：蝶交線中央部の切片は図版 I. A に示す如く、その巾は狭く、且つ上記の層は明瞭でなく、従つて年令査定には困難を伴う場合が多かつた。

殻頂部：殻頂部を通る切片では図版 I. C に示す如く、年輪を判別することは足絲窩の場合と同様に可能であつた。唯この部分の切断には貝を斜めに切る必要があり、単に切断が比較的容易であるという理由から今回は足絲窩の部分を作り、そこにあらわれる年輪から年令の査定を行つた。

2. 年令の決め方

前述の足絲窩にあらわれる透明な層がシロチヨウガイの場合にいつ出来るかということが、年令の査定に重要な関係をもつが、それについては著者等は恐らくこの貝の産卵時期と北西モンスーンの時期(11月～翌年3月)とが大体一致しているので、この頃に出来るものと考えている。従つてこの層は一年に一回形成されるという見知から、この層のないものは0年、1本あれば1年、2本あれば2年、以下同様にして年令を決めた。この様にして決めた各年令の足絲窩の切片例を図版 I. D～F に示した。即ちDは1年、Eは2年、Fは6年、既述のBは4年とその年令を査定した。猶年輪を数える場合、若年貝については巾の狭い透明層を数えたが、高年令のものについては縞模様に入りこんでいる不透明層を数える方が容易であつた。又今回の方法により査定した最高年令の貝は15年であつたが、この様な高年令のものになると、足絲窩の部分にイシマテ (*Lithophaga*) の類が穿孔している場合を屢々見受けた。この様な場合には勿論年令査定は不能である。

B. 年令と殻高、蝶交窩の深さ、閉殻筋痕の長さ及び殻重との関係並びにそれ等の関係から年令を推定する試み

これはシロチヨウガイの貝殻切片作製には多大の労力と時間を伴うので、今回の資料は少ないが、査定した年令と殻高その他の関係から得られる結果が、未知の年令のシロチヨウガイに適用できるか否かがその主な目的である。年令と殻高その他の部分の測定結果をまとめて第1表に示し、又この表から年令と殻高、その他の部分との関係を夫々別々に第3～6図に示した。

これ等の図はいずれも年令に対して、殻高その他が夫々ある程度の変異の巾をもっていることを示しているが、そのうち第4図の年令と蝶交線の深さとの関係は、これ等の関係の中では変異もあまり大きくなく、高年令の貝についても、その年令の推定はほぼ可能であり、比較的安定した年令をあらわし得るといえよう。又第3図と第5図において、殻高200mm前後或いはそれ以上、閉殻筋痕の長さ75mm以上の貝では、それ等のみから年令を推定することは難しいが、それ等

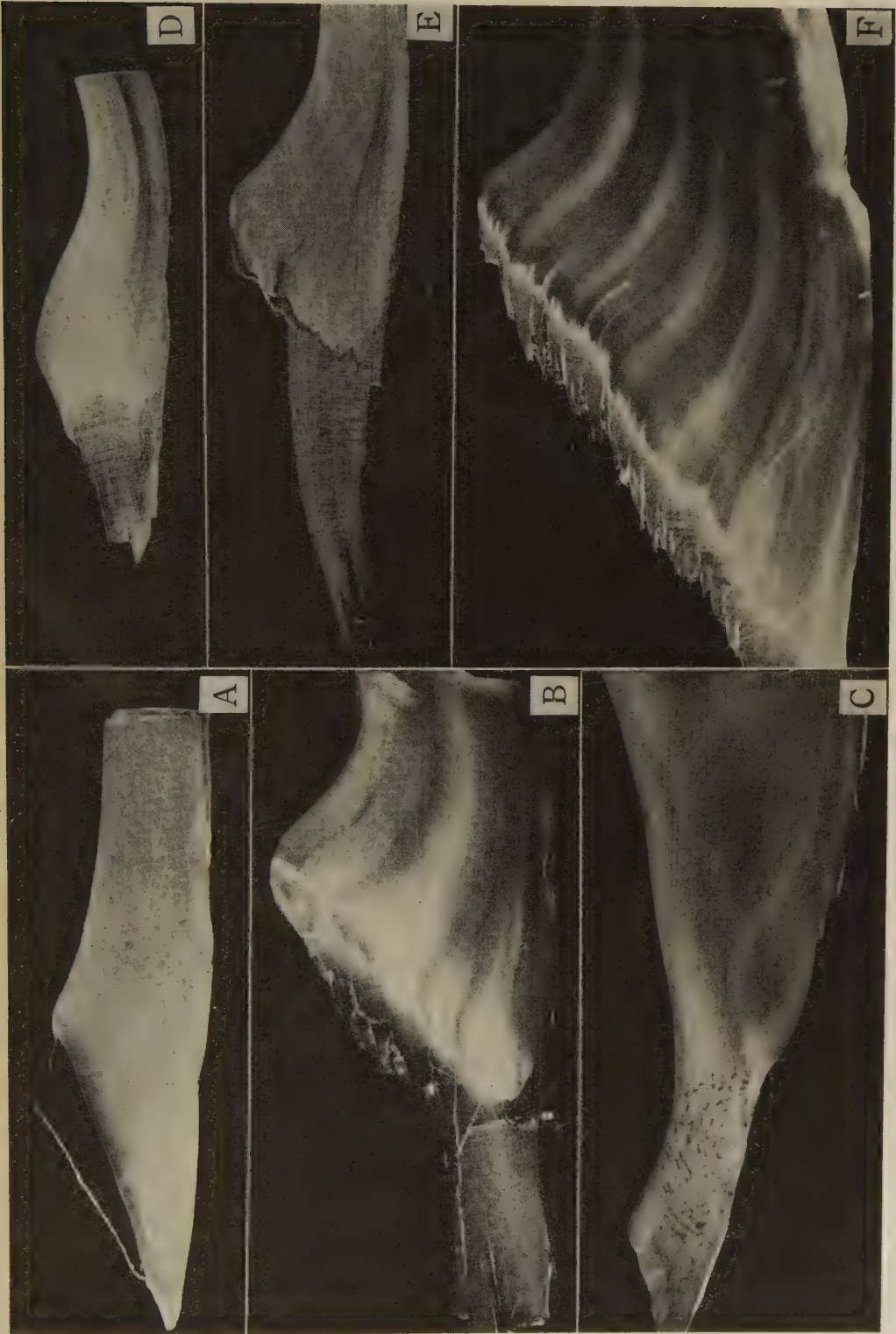


Plate-1 版説明

Showing the annual rings in sections of the shell.
貝殻(年輪)の各部位の切片に観察される年輪

A. Annual rings in section of shell at the middle of hinge line.
A. 蝶交線中央部の切片に観察される年輪

B. Annual rings in section of shell at the byssal notch.

B. 足絲窩の切片に観察される年輪

C. Annual rings in section of shell through the umbo.

C. 殻頂部の切片に観察される年輪

A. B. C. 4 years. D. 1 year. E. 2 years. F. 6 years.

Table 1. Shell measurements and number of annual rings in *Pinctada maxima*

第 1 表 貝殻（左殻）各部の測定値と年輪数との関係

Date	Subarea	Length of D.V.M.	Length of D.V.M. nacre	Length of heel depth	Length of ad- ductor muscle impression	Shell weight	No. of annual rings (left valve)
採集年月日	漁 区	殻 高	真珠層高	蝶交線の深さ	閉殻筋痕の長さ	殻 重	年 輪 数
		mm	mm	mm	mm	g	
June 3 1955	5	158.4	117.0	5.5	53.0	270	2
" 27	6	89.0	70.5	2.0	29.0	30	0
" 28	"	192.0	150.5	18.0	66.0	700	7
" "	"	210.0	165.0	14.0	77.0	1,150	7
" "	"	211.0	161.5	13.5	69.0	850	4
" "	"	236.0	172.0	23.0	83.5	1,400	12
—	9	—	135.0	7.0	61.0	—	3
—	"	—	136.2	9.0	63.8	—	4
—	"	—	143.0	15.0	75.0	—	6
August 2	18	189.0	149.0	11.5	79.5	620	5
"	"	193.0	166.0	14.0	85.0	900	6
"	"	196.0	151.0	14.5	79.0	720	6
"	"	197.0	153.5	14.5	79.0	800	6
"	"	207.0	158.0	17.5	83.5	880	8
"	"	215.0	148.0	13.5	81.0	750	6
"	"	222.0	181.0	26.0	99.0	1,500	14
"	"	227.0	169.0	23.0	97.2	1,280	12
"	"	227.0	170.0	16.0	87.0	950	6
"	"	233.0	181.0	23.0	87.3	1,500	15
—	—	90.5	64.0	3.0	28.0	36	0
—	—	90.5	77.0	4.0	34.0	40	1
—	—	91.0	74.0	5.0	33.0	44	1
—	—	98.0	82.0	4.2	40.0	64	1
—	—	103.0	81.0	4.0	35.0	58	1
—	—	105.0	92.0	5.0	43.0	76	1
—	—	112.0	86.5	5.0	36.0	61	1
—	—	122.5	102.0	6.0	47.0	132	1
—	—	124.5	103.0	5.5	43.8	110	1
—	—	126.5	104.0	5.0	49.0	140	1
—	—	140.5	115.5	7.0	55.0	186	2
—	—	165.0	137.7	9.2	61.2	300	4

—.....Data not available.

下では或る程度の推定は可能であることを示している。第 6 図では 4 ～ 8 年貝の殻重の変異が大きいので、その間の年令の推定は困難であるが、若年貝と、貝殻ののびがとまり代りに殻の厚みをます老貝では、ある程度の年令の推定は可能である。

以上述べた如く、殻高、蝶交線の深さ等の一つ一つと年令との関係からシロチヨウガイの年令を査定することは難しいが、未知の年令の貝について、前記の貝殻の各部分の測定を行い、夫々の推定年令の結果を綜合すれば、ある程度の確からしさをもつて、その年令を推定することは可能と思

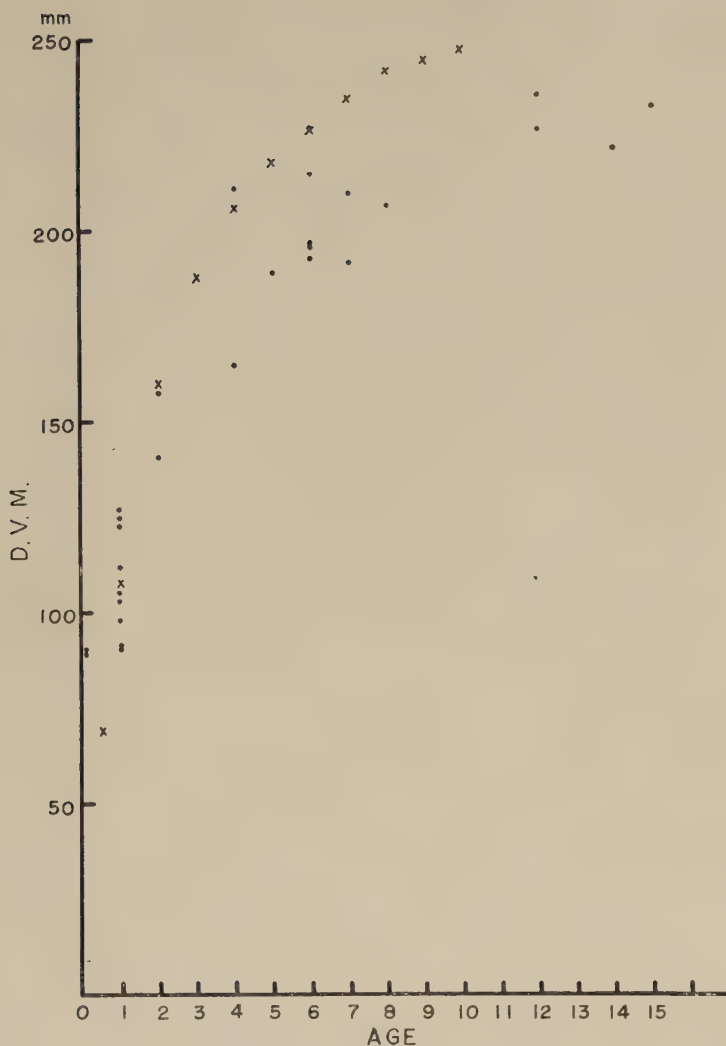


Fig. 3. Relation between D.V.M. and age.

×.....Shows the growth rate of shell reared by Boeton's pearl oyster company.

第3図 殻高と年令との関係

われる。これまでシロチヨウガイの年令については一特に高年令のものについては一その年令を推定すること自体が困難であつたことから考えれば、現状では今回の様な方法も、その年令を知る一つの便法として、その役目を果し得るのではないかと思う。

なお、第3図と第4図にブートンでのシロチヨウガイの殻高と蝶交線の深さの成長結果を×印にて記入したが、第3図で明らかな如く、ブートンの貝の年令は満年令ではあるが、5年以上の貝では、今回の方法により査定された年令のものより遙かに成長度がよいことを示している。この原因については単に棲息環境の相違ばかりではなく、アフフラ海産のシロチヨウガイが小さいときは殻高と殻長とがほぼ等しいが、成長するにつれ、殻高が殻長より大きくなるのに反し²⁾、セレベス産の貝は小さい時から殻高よりも殻長がわずかに大きく、成長しても、その関係は変わらないという貝殻の形態と成長の仕方の本質的な違いによるのではないかと考えられる。

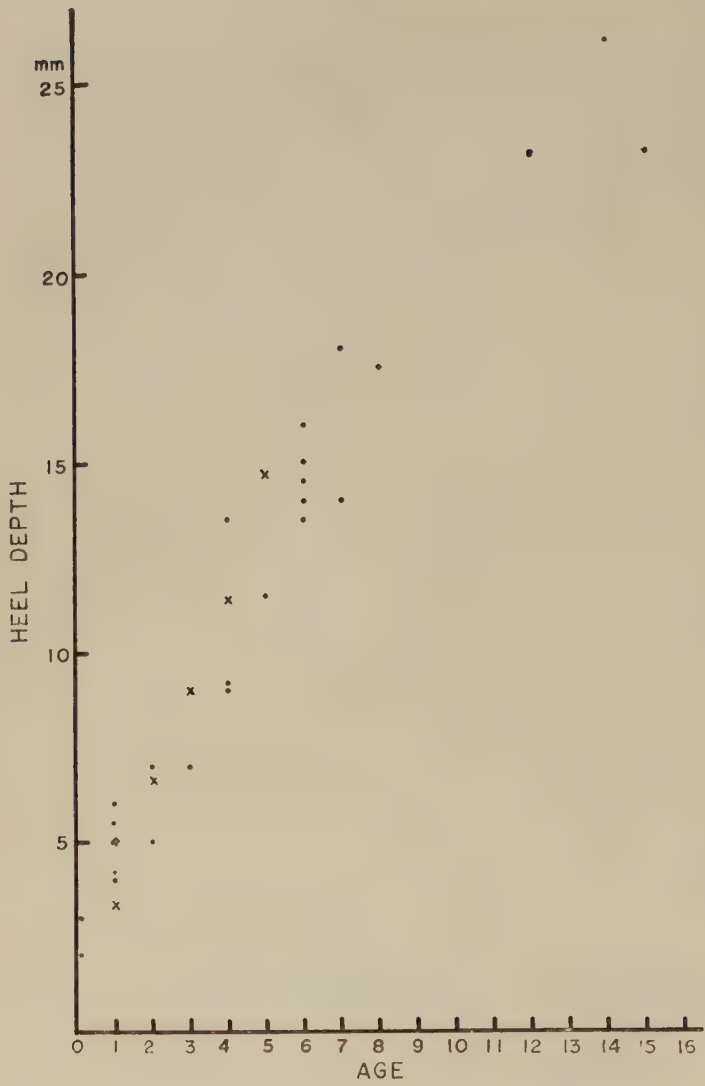


Fig. 4. Relation between heel depth and age.

×.....See footnote of Fig. 3.

第 4 図 踵交線の深さと年齢との関係

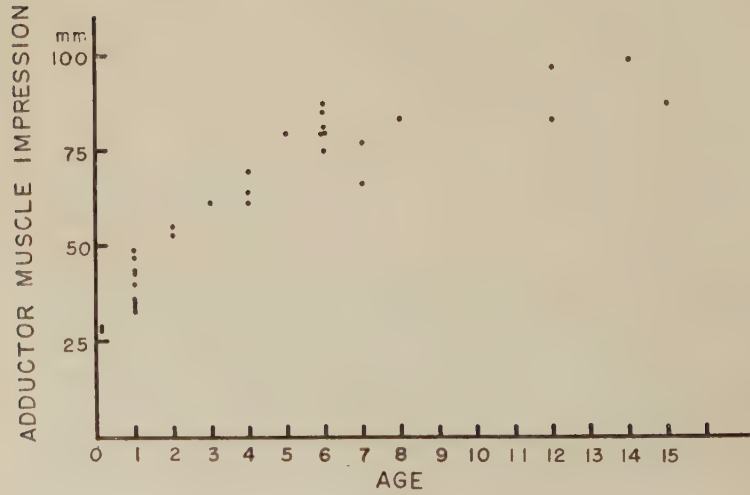


Fig. 5. Relation between adductor muscle impression and age.

第 5 図 閉鎖筋痕長と年齢との関係

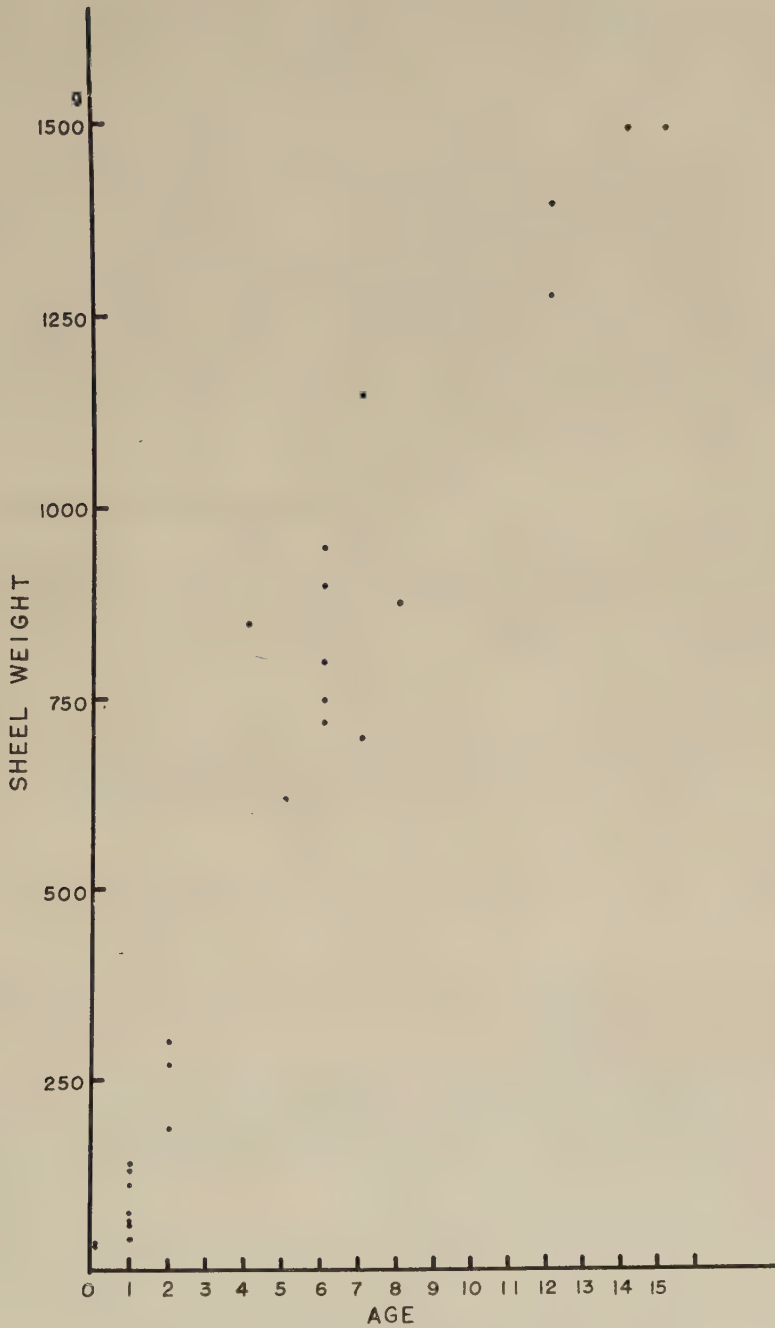


Fig. 6. Relation between shell weight and age.

第6図 殻重と年令との関係

摘 要

シロチョウガイでは貝殻表面にあらわれる所謂年輪の識別が困難なため、貝が高年令の場合は特にその年令を査定することは難しい。そこでシロチョウガイの貝殻表面以外にあらわれる年令形質

を求めるべく、左殻の足絲窩、蝶交線中央部及び殻頂部の切片標本を作り、そこに観察される年輪の検討その他を行つて次の結果を得た。

1. 足絲窩と殻頂部にあらわれる年輪は比較的明瞭であり、年令の査定に有効であつたが、蝶交線中央部の年輪は不明瞭であつた。

2. 今回は足絲窩にあらわれる年輪からその年令を査定した貝について、殻高、蝶交線の深さ、閉殻筋痕の長さ及び殻重の測定を行い、年令とそれ等の関係から得られる結果が、未知の年令のシロチヨウガイの年令査定に適用できるかどうかを検討した結果、前記各部の測定から推定した結果を綜合すれば、ある程度の確からしさをもつて、その年令を推定することは可能と思われた。

3. 前記の足絲窩にあらわれる年輪から査定したシロチヨウガイの殻高と蝶交線の深さの成長率は、ブートンの真珠会社が飼育したこの貝のそれらよりも、5年以上の貝については、成長率がわるい結果を得たが、これはアラフラ海産とセレベス産の貝の貝殻の形態（殻高と殻長の比率）とその成長の仕方の本質的な違いによるのではないかと思われる。

文 献

- 1) 林忠彦：貝類の年令形質に関する研究——I. 貝殻切片による観察 (1), 北海道区水研報告, No. 12, pp. 1~6 (1955).
- 2) HYND, J. S.: A revision of the Australian pearl-shells, genus *Pinctada* (Lamellibranchia), *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, Vol. 6, No. 1, pp. 111~130 (1957).
- 3) 和田清治：シロチヨウガイとその漁業について, 水産増殖叢書, No. 1, pp. 1~50 (1953).

Studies on the Age Determination of the Silver-Lip Pearl Oyster, *Pinctada maxima* (JAMESON)

Jun'ichiro SAGARA and Yoshio TAKEMURA

Synopsis

There are no accurate published reports concerning age or growth rate of *Pinctada maxima* except that of WADA, because of difficulty in the discrimination of annual rings presented by the shell surface, etc.

The writers attempted determination of age in this species by means of annual rings which were observed in the sections of the shell, especially those of byssal notch.

A mineral cutting machine was used when the shell was large, but in case of small ones a steel saw was used and the cut sections were ground on carborundum until they became thin to reveal the annual rings.

The material used was collected from Arafura Sea off the Australian coast. The results obtained are as follows:

1. Annual rings are more clear at the part of the shell near the byssal notch than those at the middle of the hinge line. Annual rings observed from the part of the shell through the umbonal region are also clearly defined.

2. An attempt has also been made to determine the age of the species by the relation between length of D. V. M., heel depth, adductor muscle impression and shell weight. The results obtained by these linear relationships were made use of in the interpretation of the annual rings found in the cut-sections of the shell.

3. The rate of growth determined by the application of the above-mentioned method is comparatively less than those oysters reared by Boeton's pearl oyster company and described by WADA.

豊後水道水域における底魚の資源量指数の旬変化*

土 井 長 之

1. は し が き

ある魚種を対象とする漁業が、いくつかの漁場に分れて操業している時、魚群密度が異れば同じ操業回数であつても資源にあたる漁獲の影響は異なる。そこで漁場別の漁獲努力量（操業回数とか出漁日数とか航海数とかであらわされる）を標準化して漁場全体としての努力量即ち有効漁獲努力量を算出したり或は相対的資源量を算出したりする必要がおこつてきた。

このような取扱については理論的な¹⁾²⁾³⁾ 或は実用的な方法⁴⁾⁵⁾ が夫々発表されているが、それを応用して豊後水道水域における底魚について計算して二、三の知見をまとめて報告する。

2. 豊後水域における底魚の資源量指数と有効漁獲努力量

豊後水域を第1図のように第2漁場（伊予灘）と第3漁場（日向灘）とに分けた。この分け方は南海区水研の取扱と一致したものである。そして昭和30年12月から4月までの旬別の魚種別漁獲量と漁場別の出漁航海数とより資源量指数及び有効漁獲努力量を算出した。

第2漁場、第3漁場の漁獲量、努力量、漁場面積を夫々 $Y_2, Y_3, X_2, X_3, A_2, A_3$, とすれば

$$\begin{aligned}\text{資源量指数 } \tilde{P} &= \frac{Y_2}{X_2} \cdot \frac{A_2}{A_2 + A_3} + \frac{Y_3}{X_3} \cdot \frac{A_3}{A_2 + A_3} \\ &= \frac{Y_2}{X_2} a_2 + \frac{Y_3}{X_3} a_3 \dots\dots\dots (1)\end{aligned}$$

$$\text{有効漁獲努力量 } \tilde{X} = \frac{Y_2 + Y_3}{\tilde{p}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{但し } a_2 = \frac{A_2}{A_2 + A_3}, a_3 = \frac{A_3}{A_2 + A_3}$$

で計算される。漁場別の魚群密度の相異や努力量の漁場別配分を考えないとすれば

$$\text{粗資源量指数 } P = \frac{Y_2 + Y_3}{X_2 + X_3} \dots\dots\dots (1')$$

$$\text{粗努力量 } X = X_2 + X_3 \dots\dots\dots (2')$$

である。この両者の差がどの程度あるかが興味のあるところである。第2図から第12図まで魚種毎の $\tilde{p}$ と p の比較をしてみる。太い実線が $\tilde{p}$ であり細い実線が p である。有効漁獲努力量 $\tilde{X}$ と粗努力量 X との比 r は

$$r = \frac{\tilde{X}}{X} = \frac{P}{\tilde{p}} \dots\dots\dots (3)$$

であり、これは努力量の有効性をあらわす指数** である。図には r は太い点線で示してある。



Fig. 1. Fishing grounds
2: IYO-NADA, 2nd fishing ground,
3: HYUGA-NADA, 3rd fishing ground.

第1図 漁場図

2: 伊予灘(第2漁場),

3: 日向灘(第3漁場)

* 1959年12月14日受理, 東海区水産研究所業績A第123号

** 田中(1957)⁴⁾ は努力量の有効度と呼び ϵ であらわしている。

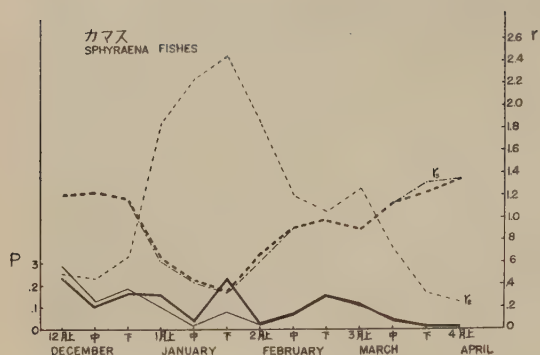


Fig. 2. Ten-day fluctuations of parameters *Sphyraena* fishes population.

Thick solid line: true index to the size of population, $\tilde{p}$.

Dotted solid line: rough index to the size of population, $\hat{p}$.

Thick dotted line: effectiveness of fishing effort, r .

Dotted lines: maximum and minimum values of r , r_2 and r_3 .

第2図 カマスの資源量指数, $\tilde{p}$ (太い実線), 粗資源量指数, $\hat{p}$ (細い実線), 漁獲努力の有効度, r (太い点線) 及び有効度の極値 r_2 , r_3 (点線) の旬変化。図の説明は他魚種 (第3図以下) についても同じである。

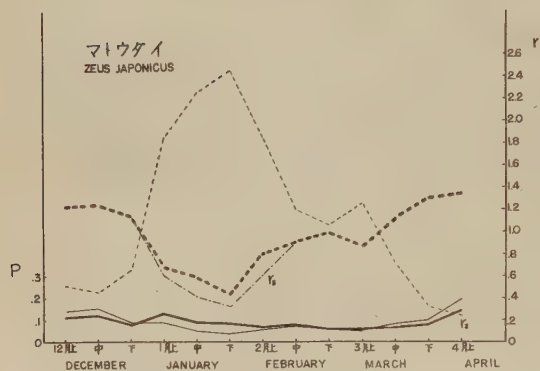


Fig. 3. *Zeus japonicus*.

For legend see Fig. 2.

第3図 マトウダイ

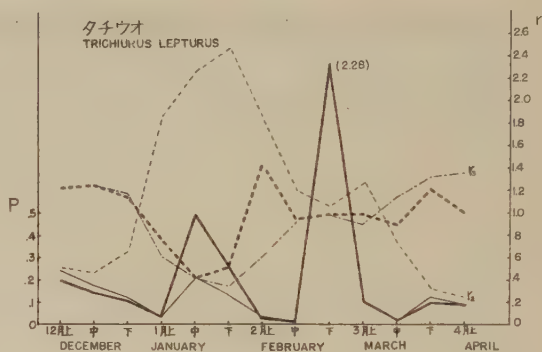


Fig. 4. *Trichiurus lepturus*.

For legend see Fig. 2.

第4図 タチウオ

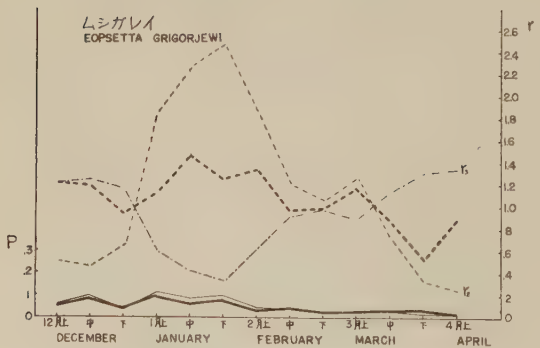


Fig. 5. *Eopsetta grigorjewi*.

For legend see Fig. 2.

第5図 ムシガレイ

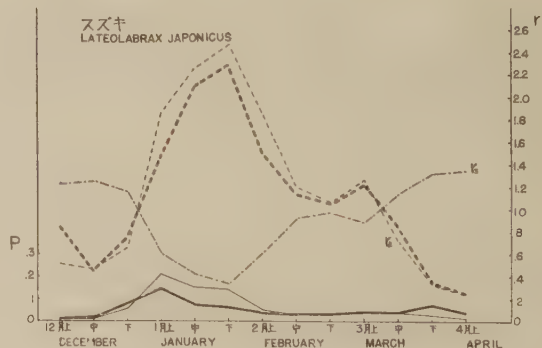
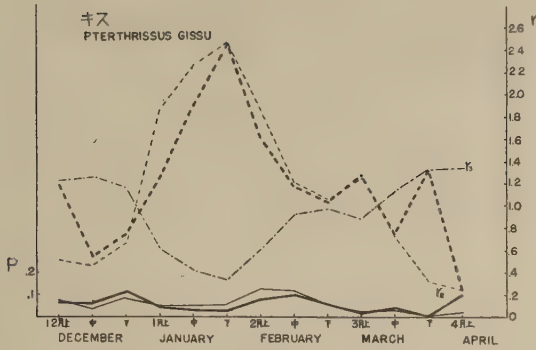


Fig. 6. *Lateolabrax japonicus*.

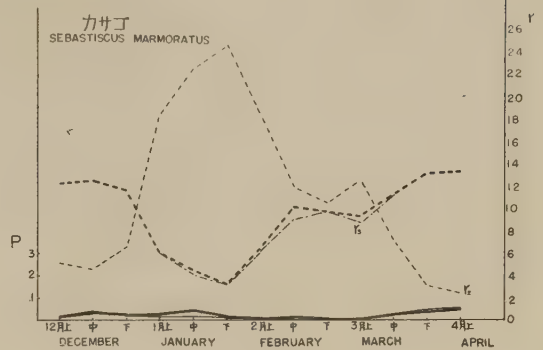
For legend see Fig. 2.

第6図 スズキ

Fig. 7. *Pterthrissus gissu*.

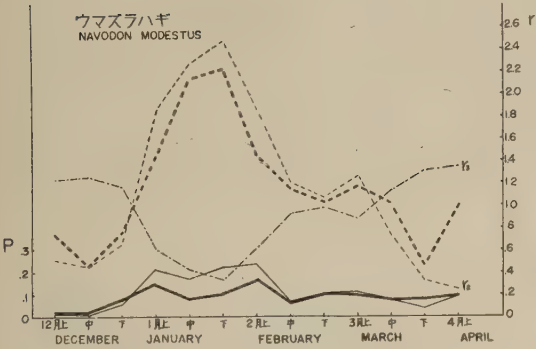
For legend see Fig. 2.

第 7 図 キ ス

Fig. 8. *Sebastiscus marmoratus*.

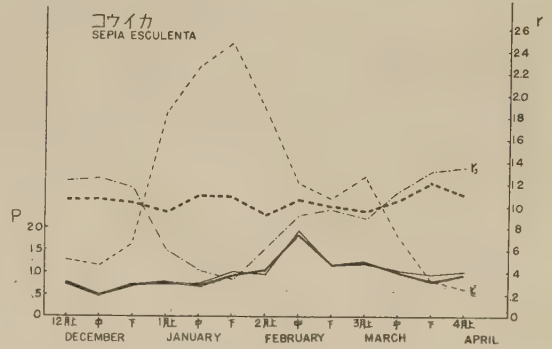
For legend see Fig. 2.

第 8 図 カ サ ゴ

Fig. 9. *Navodon modestus*.

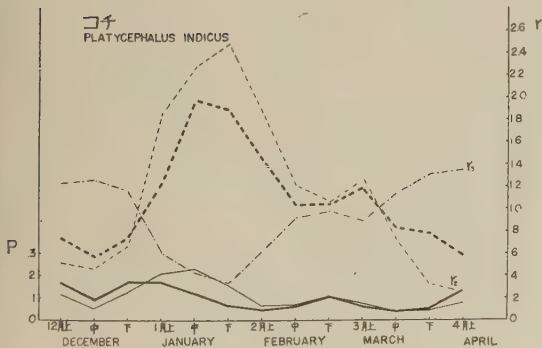
For legend see Fig. 2.

第 9 図 ウマズラハギ

Fig. 10. *Sepia esculenta*.

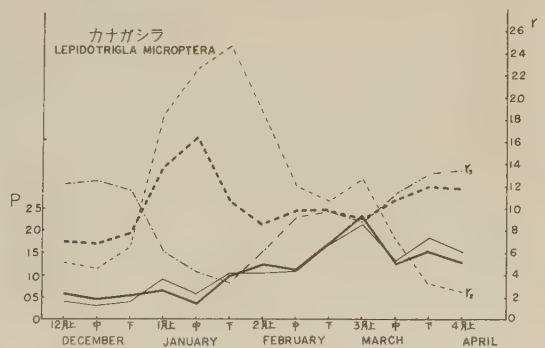
For legend see Fig. 2.

第 10 図 コ ウ イ カ

Fig. 11. *Platycephalus indicus*.

For legend see Fig. 2.

第 11 図 コ チ

Fig. 12. *Lepidotrigla microptera*.

For legend see Fig. 2.

第 12 図 カナガシラ

尚、漁場面積については水深 30 m 以上の面積を求めた結果 $A_2=713$ 平方呎、 $A_3=1,560$ 平方呎であり $a_2=0.314$ 、 $a_3=0.686$ となる。 a_2 、 a_3 は各漁場の割合を表すものである。計算上では漁場面積の絶対値でなく a_2 、 a_3 が意味がある。

3. 漁獲努力の有効度 r と漁場の操業状態

漁獲努力の有効度 r は Y_2 、 Y_3 、 X_2 、 X_3 のあり方によってその値は変る。漁獲がどちらかの漁場にかたよるほど r は極値に近づく。今極端な場合例えば第 2 の漁場では漁獲がなかつたとして $Y_2=0$ 又は $Y_3 \gg Y_2$ とすればその場合、

$$r_3 = \frac{1}{a_3} \cdot \frac{X_3}{X_2 + X_3} \dots \dots \dots (4)$$

の r_3 が r の一つの極限をあたえる。同様にして逆に $Y_3=0$ 又は $Y_3 \ll Y_2$ とすれば、

$$r_2 = \frac{1}{a_2} \cdot \frac{X_2}{X_2 + X_3} \dots \dots \dots (5)$$

の r_2 も又一つの極限をあたえる。 r 、 r_2 、 r_3 の関係については次のような法則性がある。

- i) r は常に r_2 と r_3 の間にある。
- ii) r が r_2 又は r_3 に近い値になれば、漁獲が第 2 漁場又は第 3 漁場に偏していることになる。
- iii) $r_3 > r_2$ ならば第 3 漁場の方の単位面積あたりの操業回数が多いことを示し、 $r_2 > r_3$ ならば第 2 漁場の方が多いことを示す。
- iv) 両漁場で同じように漁獲が行われて漁獲努力に比例して漁獲量があれば r は 1 に近くなる。 r が 1 より小さくなるのはある漁場の努力量が大きいにもかかわらず漁獲量は他の漁場より小さい場合にあらわれる。 r が 1 より大きい場合は条件が逆で、ある漁場で努力量も大きく漁獲もそれ以上に大きい時である。

各図に細い点線で示した r_2 、 r_3 から漁場の操業状態をみると、12 月下旬以前と 3 月中旬以後では $r_3 > r_2$ である。これは漁場の操業密度 (単位面積当りの操業回数) は第 3 漁場の方が大きい事を示している。逆に 1 月から 3 月上旬までは、 $r_2 > r_3$ であるから操業密度は第 2 漁場の方が大きい事がわかる。漁期の始めと終りでは第 3 漁場が主漁場であり漁期半ばは第 2 漁場が主漁場と言えよう。

4. 資源量指数についての吟味

資源の大きさの目安として単純な単位漁獲努力当りの漁獲量と資源量指数とを比較した場合、大体の傾向は勿論一致する。しかし第 2 図の例でもわかるように所々においてはかなり大きな差も見受けられる。これは r 、 r_2 、 r_3 よりみればわかるように漁業にかたよりのある場合であるから、このような場合には資源量指数で資源問題を取り扱わねばならぬことは明白である。但しこの計算には漁場別統計並に漁場面積が必要になつてくる。特に面積については、(イワシの総産卵量推定の場合にも同じような問題があるが) 大きな影響を計算値にあたえるものであるから慎重に取扱うべきであろう。例えば、イワシの資源量指数算定の場合を考えてみても、漁場面積は殆んどおさえることは出来ないもので、県別に統計資料がわかつていても有効努力量或は資源量指数算定には困難がある。ここで取扱つた底魚の場合も漁場面積がこれでよいか否かは疑問のあるところである。しかし前にも述べたように全漁場面積に対する各漁場の割合に大差なければ計算上では大きな変化はない。

5. 魚種別の資源量指数と r について

r が r_2 、又は r_3 と殆んど一致すれば第 3 漁場又は第 2 漁場ではその魚種は殆んど漁獲されないことを示す事は前にも述べた。第 2 図カマスから第 12 図カナガシラまで図を見てこれらの分類を

してみる。

- a) r が r_2 と殆んど一致する魚種
スズキ(第6図), キス(第7図), ウマズラハギ(第9図), コチ(第11図),
主漁場が第2漁場である。
- b) r が r_3 と殆んど一致する魚種
カマス(第2図), マトウダイ(第3図), タチウオ(第4図), カサゴ(第8図),
主漁場が第3漁場である。
- c) r が r_2 と r_3 の中間にあるもの
ムシガレイ(第5図), コウイカ(第10図), カナガシラ(第12図),
両漁場でほぼ一様にとれる。

資源量指数(図の太い実線)と粗資源量指数(図の細い実線)とはどの魚種もそれほど大きな相異は認められない。しかし細かく見ればいくつかの著しい傾向の差が無い事もない。例えばカマス(第2図)では1月下旬は指数 $\tilde{p}$ ではかなり大きくなっている。 p では漁期始めより1月下旬にかけて減少してきているが、 $\tilde{p}$ にするとそれほど減少してないことがわかる。マトウダイ(第3図)も同様で漁期始めより1月にかけて減少していない。カサゴ(第8図)についてもほぼ同様な事が言える。

コチ(第11図)については1月中旬まで資源量が増大しているように見えるが、 $\tilde{p}$ にすると逆に1月中旬は減少していて12月下旬が最大指数を与えている。

ウマズラハギ(第9図), スズキ(第6図), 等では p では変動が大きいように見えるが指数 $\tilde{p}$ にすると変動の巾が小さくなる。

6. む す び

豊後水道水域を伊予灘(第2漁場)と日向灘(第3漁場)とに分け、底曳漁業の魚種別漁獲量と操業回数とより資源量指数($\tilde{p}$, 式1)の旬別変化を計算し、あわせて有効漁獲努力量($\tilde{X}$, 式2), 漁獲努力の有効度(r , 式3)等を求めた。それらの数値より漁場の操業状態の判定や資源量指数についての吟味がなされて、主な結果として次のようなものを得た。

- A. 底曳漁業全体としての漁場別の操業状態を示すものとして単位面積あたりの操業回数(操業密度, 漁場利用率)があるが、これは夫々の漁場の有効度 r の極限值(r_2 と r_3 , 式4と5)に比例する。1月から3月上旬までは $r_2 > r_3$ で操業密度は第2漁場の方が大である。これに反しその他の月では $r_3 > r_2$ で第3漁場の方が大きい。
- B. 魚種別にみた操業状態
 - i) r が r_2 と殆んど一致して主漁場が第2漁場である魚種
スズキ, キス, ウマズラハギ, コチ。
 - ii) r が r_3 と殆んど一致して主漁場が第3漁場である魚種
カマス, マトウダイ, タチウオ, カサゴ。
 - iii) r が r_2 と r_3 の中間にあるもの
ムシガレイ, コウイカ, カナガシラ。
- C. 魚種別にみた資源量指数
資源量指数と粗資源量指数とは傾向としてはあまり大きな差異はないが、細かくみると次のような相異が認められる。
 - i) 資源量指数にすると粗指数より減小傾向がゆるやかになる魚種。
カマス, マトウダイ, カサゴ。

ii) 旬変動の山の位置が異なる魚種

コチ。

iii) 変動の巾が小さくなる魚種

ウマズラハギ, スズキ。

資源量指数を算出するためには、漁場面積がわかっているなければならない。又計算式が成り立つためには、各漁場内では魚群が一樣に分布していると云う仮定が必要である。この報告では漁場区分は極めて大きくこの仮定が認められ難いようにも考えられるが、これ以上に精しい漁場位置は現在ではのぞみ得ないようである。又両漁場にわたって同一魚群であることも当然仮定の中に入っている。完全にすみわけていて交流のない魚種にとつては上に述べて来たような計算は無意味である。このような生態的な面に関しては筆者は精しくは知らないが、大きな誤りはないようである。

終りにこの報告にまとめるに際し貴重な資料を貸して頂いた南海区水産研究所工藤技官、計算・製図の労をわずらわせた伊藤萩子、佐々木美和子の両氏に深く感謝する。

文 献

- 1) GULLAND, J. A.: Estimation of growth and mortality in commercial fish populations, *Fish. Invest.*, Ser. II, 18 (9), pp. 46, (1955).
- 2) ———: The study of fish populations by the analysis of commercial catches, *Ropp. conseil Expl. Mer*, 140 (1), 21~27, (1956).
- 3) GRAHAM, M.: "Sea fisheries", London, 372~441, (1956).
- 4) 田中昌一: 資源量の相対指数と有効漁獲努力量, 東海区水研報告, 17, 13, (1957).
- 5) 西海区水産研究所: 東海・黄海における底魚資源の研究 (4), 82~92, (1957).
- 6) 田中昌一: 産卵総量の推定——I, II, 日水誌, 21 (6), 382~396, (1955).

On the Ten-day Fluctuation of Index to Size of Fish Population in the Waters Adjacent to the Bungo Strait

Takeyuki Dori

Synopsis

For a given fishing ground consisting of several subareas, rough estimate of the index to the size of population and the fishing effort may be given by

$$P = \frac{\sum Y_i}{\sum X_i} \quad \text{and} \quad X = \sum X_i, \text{ respectively,}$$

where X_i and Y_i denote the fishing effort and the catch in the i -th subarea.

The above expressions are deduced under the assumption that both the fish and fishing effort are distributed uniformly for the whole ground. However, neither the fish distribution nor the fishing effort applied is uniform. These situations being taken into consideration, true index, $\tilde{P}$, and effective effort, $\tilde{X}$, may be expressed by

$$\tilde{P} = \sum \frac{Y_i}{X_i} \frac{A_i}{A} = \sum \frac{Y_i}{X_i} a_i \quad \text{and} \quad \tilde{X} = \frac{\sum Y_i}{\tilde{p}}$$

in which A_i and A represent the area of i -th subarea and the whole ground, respectively, and a_i , the ratio of the area of the i -th subarea to the whole.

The ratio of $\tilde{X}$ to X represents the effectiveness of the effort and is expressed by

$$r = \frac{\tilde{X}}{X} = \frac{P}{\tilde{P}}.$$

Further, the effectiveness of the effort in the i -th subarea is given by

$$r_i = \frac{1}{a_i} \frac{X_i}{X}.$$

The above treatment was applied to the fishing situation of the bottom fish in the waters adjacent to the Bungo Strait for the period from December 1955 to April 1956. The whole fishing ground is divided into subareas, Nos. 2 and 3, the former being customarily called Hyuga Nada, and the latter, Iyo Nada (Fig. 1). Quantities A , X , Y , a , and r , for each subarea are suffixed with 2 or 3 in this paper. Values of P , $\tilde{P}$, r , r_2 and r_3 were calculated for every ten days to trace the changes in these values as in Figs. 2 through 12.

Effectiveness of the fishing effort differs by subarea. Overall effectiveness r remains between r_2 and r_3 . In case when $Y_2 \gg Y_3$, r tends to becoming nearly equal to r_2 and vice versa. Normally, r_2 and r_3 are proportional to the number of operation in the respective subarea.

From the trend of the index and effectiveness of the effort as represented in these figures, the following can be summarized.

A. *Density of Operation*: Roughly speaking, r_2 is larger than r_3 during the period from early January to early March, which falls on the prime fishing season in the region. That $r_2 > r_3$ means fishing is dominantly carried out in subarea No. 2.

B. *Species of Fish*:

i) Fishes which are caught mainly in subarea No. 2 and for which the value of r is nearly equal to r_2 are: *Lateolabrax japonicus*, *Pterthrissus gissu*, *Navodon modestus*, and *Platycephalus indicus*.

ii) Fishes caught mainly in subarea No. 3 with the value of r nearly equal to r_3 are: *Sphyræna* fishes, *Zeus japonicus*, *Trichiurus lepturus*, and *Sebastiscus marmoratus*.

iii) Fishes to be caught rather evenly through subareas Nos. 2 and 3 and for which the value of r remains between r_2 and r_3 include: *Eopsetta grigorjewi*, *Sepia esculenta*, and *Lepidotrigla microptera*.

C. *Difference in True and Rough Index*: No marked difference has been observed in the trend of changes of true index and rough one. However, some featured differences have been found as follows:

i) For certain species the decrement of true index is smaller than that of the rough one. They are *Sphyræna* fishes, *Sepia esculenta*, and *Sebastiscus marmoratus*.

ii) For *Platycephalus indicus*, the month when the peak of $\tilde{P}$ takes place is different from the peak month for P .

iii) For *Lateolabrax japonicus* and *Navodon modestus*, amplitude of fluctuation of true index is smaller than that of the rough index.

浮子カバーによる浮子効果増大について*

高山重嶺・小山武夫

I. 緒言

曳網漁業の浮子としては硝子玉が最も多く使われている。硝子玉は製作費が安く、又比較的厚さのうすいもので高い水圧にたえるという特徴があるが、外部からの衝撃により破壊し易いという大きな欠点がある。その為、実用上にはこれに保護網をつけるが、保護網のため浮力を減殺し、特にその流体抵抗のため浮子としての性能を著しく低下せしめている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。従つて保護網を必要としない裸球浮子の出現が要望され、近年には金属、或は合成樹脂製のものが考案されているが、高い水圧に対し充分の強さをもつものとするためには製作費を多く要することなどの理由により、今なお硝子玉浮子が一般に使用されている。

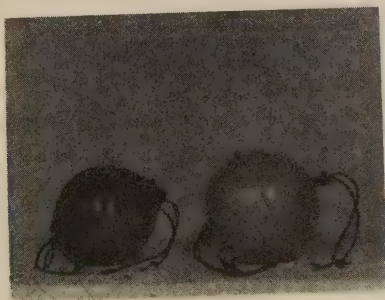
著者等はこれらの難点を考慮し、比較的安易な方法として保護網付硝子玉浮子の表面を薄い合成樹脂製浮子カバーで被覆し、その流体摩擦抵抗を減少させる試みについて実験を行つた。以下、実験結果を報告する。

II. 供試浮子カバーの構造

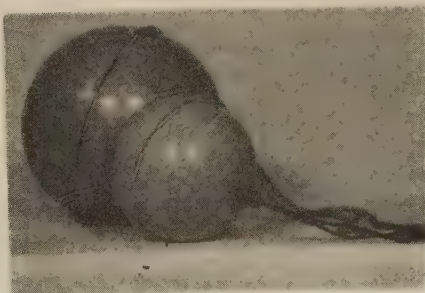
浮子カバーは第1図に示す如く、左右2個からなる中空の半球殻によつて構成され、その表面は滑めらかにしてある。又、この半球殻の中央部には、それぞれ小孔が設けられ、硝子玉浮子の結着



(A)



(B)



(C)

第1図 保護網付硝子玉浮子及浮子カバー
但し A: 1尺玉
B: 6寸玉
C: 浮子結着綱を一本とした場合(1尺玉及6寸玉)

綱はその小孔を通つて外部に操出されている。従つて結着綱にかかる浮子の張力は浮子カバーには直接作用せず、又海水がこの小孔から自由に内部に侵入する為、浮子カバーの内外水圧差も生じない。従つて浮子カバーは水圧によつて破損する心配がない。以上の如く、浮子カバーには直接強い力が作用しないから、その材料は比較的薄いものでよく、従つて価格も金属浮子や合成樹脂製浮子よりかなり安く出来る。

とくに1尺玉のような大型浮子（底曳用）は金属、又は合成樹脂などの製品では耐圧の関係で、とても製作が困難であるが（価格の点もある）浮子カバーの場合は簡易に出来る。又漁撈作業に対しても硝子玉を保護網の上から更に浮子カバーで保護する状態となり硝子玉の破損防止にも大きな役割を演ずる。

この浮子カバーに比重の小さい合成樹脂製品を使用すれば浮子の浮力が減少する事もない。

III. 実験方法

実験は当研究所の船型試験水槽（長さ 50 m で曳行速度を一定に保ち得る有効長さは約 35 m, 巾 4.0 m 深さ 2.5~3.0 m）に於て昭和 34 年 9 月中旬、水温約 20°C の状態で行つた。

実験に用いた硝子玉浮子（1 尺玉及び 6 寸玉）とその保護網及び浮子カバーの寸法は第 1 表に示す通りである。

浮子カバー装着法は第 1 図（C）の状態とし、浮子カバー中央部の接合鏑（鏑の幅 0.8 cm）に揚力効果が生ずる様、結着綱を 1 本として装着した⁵⁾。

第 1 表 実験に用いた硝子玉浮子及び浮子カバーの規格

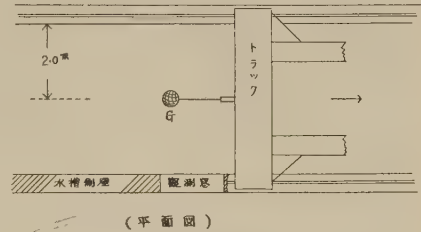
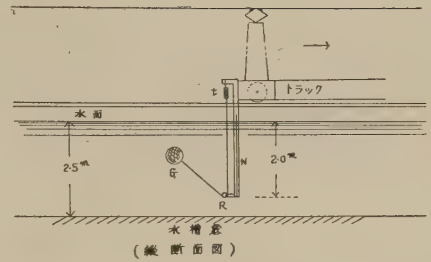
浮子種類		供試浮子 番 号	硝子玉の 直 径 d cm	保護網、或は浮 子カバーの寸法 を含めた浮子大 円部の直径 d' cm	保護網、或は浮子 カバーの寸法	総空中 重 量 W kg	静止 浮力 B_0 kg	比 重 S
1 尺玉	浮子カ バーを取付 けない	G-10	30	32	保護網はマニラ 太さ直径 2 mm ダブル糸 目合 1 寸目	4.1	12.0	0.25
	浮子カバ ー取付	K-10	30	33	浮子カバーはハイゼック ス製厚さ 2 mm 空中重量 800 g 比重 0.95 浮子カバー中央部接合鏑 の幅 0.8 cm	4.9	12.1	0.29
6 寸玉	浮子カバ ーを取付 けない	G-6	18	20	保護網はマニラ 太さ直径 3 mm ダブル糸 目合 2 寸目	1.2	2.3	0.34
	浮子カバ ー取付	K-6	18	21	浮子カバーはハイゼック ス製厚さ 2 mm 空中重量 200 g 比重 0.95 浮子カバー中央部接合鏑 の幅 0.8 cm	1.4	2.3	0.38

備考 供試浮子番号の数字は硝子玉の称呼直径（寸）を表わすものとする。

実験装置は第 2 図に示す如く浮子の下端に直径 1.5 mm のワイヤーを取付け、このワイヤーを滑車 (R) を通してバネ秤 (I) に導き、曳行速度を 0.86~1.82 m/sec の間の種々の値について実験し、それぞれの速度において、ワイヤーにかかる張力 T 、及ワイヤーの傾斜角 θ 等を測定した。

ワイヤーの傾斜角 θ の測定に当つては水槽の側壁に装置されている観測窓（第 2 図）にカメラを配置し、浮子が一定の位置に曳行された時、自動的にシャッターが切れる装置とし、すべての浮子に対して同一の条件で撮影した。又実験に当つては次の点に注意した。

- i) 造波抵抗の影響をなくす為、供試浮子を水面下約 1 m 位に沈降させ曳行した。
- ii) ビーム (N) によつて流れを乱す恐れがある為、これを流線型とした。
- iii) 実験時、浮子が左右にふれ安定の悪くなった場合があつたがこの場合についても張力 T の値はその平均値を採つた。
- iv) 滑車の摩擦抵抗による影響が考えられるので、あらかじめ、これについて予備実験を行い測定値の補正を行つた。



第 2 図 実験装置の概要

但し t : パネ秤 R : 滑車
 G : 供試浮子 N : 流線型ビーム

IV. 実験結果及び考察

実験結果は第 2 表に示す如くである。

第 2 表 実験結果

供試浮子番号	実験番号	曳行速度 v m/sec	曳糸にかかる張力 T kg	曳糸の傾斜角 θ°
G-10	G-10-1	0.88	13.5	74
	" 2	1.02	14.5	71
	" 3	1.15	15.8	66
	" 4	1.3	16.0	60
	" 5	1.43	16.8	57
	" 6	1.58	19.2	55
	" 7	1.67	20.0	48
	" 8	1.82	23.0	46
K-10	K-10-1	0.88	14.0	83.5
	" 2	1.05	14.5	82
	" 3	1.18	15.2	80
	" 4	1.33	15.2	77
	" 5	1.46	16.5	77
	" 6	1.62	17.2	75
	" 7	1.76	18.4	71
	" 8	1.82	18.5	70
G-6	G-6-1	0.88	2.6	63
	" 2	1.02	2.8	56
	" 3	1.15	3.3	50
	" 4	1.28	3.7	40
	" 5	1.43	4.4	37
	" 6	1.5	4.8	31
	" 7	1.62	5.5	27
	" 8	1.72	6.0	24

K-6	K-6-1	0.86	2.5	74
	" 2	1.05	2.8	71
	" 3	1.15	3.1	67.5
	" 4	1.3	3.5	66
	" 5	1.43	3.5	55
	" 6	1.54	3.6	47.5
	" 7	1.67	4.2	46
	" 8	1.82	5.0	40

T = 曳糸にかかる張力

R = 浮子の流水抵抗

B = " の浮揚力

θ = 曳糸の傾斜角

v = 曳行速度

とする、然らば

$$R = T \cos \theta \dots\dots\dots (1)$$

および

$$B = T \sin \theta \dots\dots\dots (2)$$

なる関係がある。

第2表の実験結果から T 、及 θ の測定値を用い、(1)式及(2)式から R 、及 B を計算すると第3表の如くである。

第3表 R, B 及 B/R の 値

供試浮子番号	実 験 番 号	曳 行 速 度 v m/sec	抵 抗 R kg	浮 揚 力 B kg	浮揚力—抵抗比 B/R (tan θ)
G-10	G-10-1	0.88	3.71	13.0	3.5
	" 2	1.02	4.71	13.7	2.9
	" 3	1.15	6.43	14.4	2.24
	" 4	1.3	8.0	13.8	1.73
	" 5	1.43	9.13	14.1	1.54
	" 6	1.58	11.0	15.7	1.43
	" 7	1.67	13.4	14.8	1.11
	" 8	1.82	16.0	16.5	1.035
K-10	K-10-1	0.88	1.59	13.9	8.8
	" 2	1.05	2.02	14.3	7.1
	" 3	1.18	2.65	15.0	5.65
	" 4	1.33	3.42	14.8	4.33
	" 5	1.46	3.72	16.1	4.33
	" 6	1.62	4.45	16.6	3.74
	" 7	1.76	6.0	17.5	2.9
	" 8	1.82	6.35	17.4	2.74
G-6	G-6-1	0.88	1.18	2.31	1.96
	" 2	1.02	1.57	2.32	1.48
	" 3	1.15	2.12	2.53	1.19
	" 4	1.28	2.84	2.38	0.84
	" 5	1.43	3.51	2.65	0.75
	" 6	1.5	4.11	2.48	0.6
	" 7	1.62	4.9	2.5	0.51
	" 8	1.72	5.5	2.44	0.45

K—6	K—6—1	0.86	0.69	2.4	3.49
	" 2	1.05	0.91	2.65	2.9
	" 3	1.15	1.19	2.86	2.41
	" 4	1.3	1.43	3.2	2.24
	" 5	1.43	2.0	2.87	1.43
	" 6	1.54	2.43	2.66	1.09
	" 7	1.67	2.92	3.02	1.04
	" 8	1.82	3.82	3.22	0.84

1) 流水抵抗の比較

曳行速度 v と浮子の流水抵抗 R との関係をみると第3図の如くであり、これにより

$$R = kv^n \dots\dots\dots (3)$$

と表わし得る。

この図によつて k , および n の値を求めると第4表に示す如く得られる。

第4表によると n の値は各浮子共, 1.92~2.25 と, 大略 2.0 に近い値となつてゐる。そして同寸法の浮子に於ては n の値は, ほとんど同一の値となつてゐる。従つて同寸法の浮子について,

第4表 k 及 n の値

	浮子カバー	供試浮子番	k	n
1尺玉	なし	G—10	4.65	1.96
	取付け	K—10	1.92	1.92
6寸玉	なし	G—6	1.56	2.25
	取付け	K—6	0.9	2.25

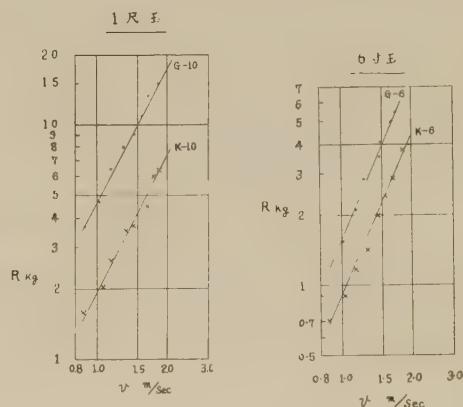
浮子カバーを取付けたもの及び取付けないものについて流水抵抗を比較する場合はそれぞれの k の値を比較すればわかる。

1尺玉についてみると, 浮力カバーを取付けたものと, これを取付けないものについて k の比をとると $\frac{1.92}{4.65} = 0.41$ となつており, 浮力カバー取付けによつて抵抗が約 60% 小さくなつてゐる事がわかる。同様に6寸玉については約 40% の抵抗減少がみられる。

1尺玉に比較して6寸玉の抵抗減少の割合が小さいのは6寸玉の浮力カバーは直径の割合に中央部鏑の大きさが大きく, 従つて鏑による影響が多少大きめにでた為と推定される。

2) 浮揚力の比較

浮子が真球である場合には浮揚力 B の値は曳行速度 v に無関係に一定であり, 静水中で測定される浮力 B_0 に等しい筈である。しかし本実験の場合は(2)式より計算された B の値は静止浮力 B_0 より常に多少, 大きくなつてゐる。そして曳行速度が大なる程, 浮揚力の増大が大きい傾向が見られる。これは浮力カバーを取付けたものでは主として鏑による揚力がはたらくためであり, また浮力カバーを取付けないものでは保護網による揚力が作用するものと考えられる。いま

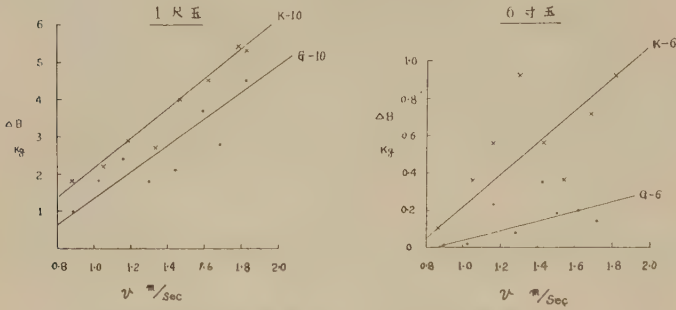


第3図 曳行速度 v と抵抗 R との関係

但し ・保護網付硝子玉浮子
×浮子カバー取付け

$$\Delta B = B - B_0 \dots\dots\dots (4)$$

とおき、 ΔB と曳行速度 v との関係をみると第4図に示される如くであり、浮子カバーを取付けたものでも、また、これを取付けないものでも試験曳行速度或は実際の曳網速度の範囲内では ΔB は v とほぼ直線的関係にある



第4図 曳行速度 v と ΔB との関係
但し ×浮子カバー取付
・浮子カバーを取付けない

$$\Delta B = a + bv \dots\dots\dots (5)$$

と表わし得る。

そして同じ直径の浮子について、定数 a および b の値を比較すると、 a も b も共に浮子カバーを取付けたものの方が大きい。従つて浮子カバーを取付けたものの方が曳行速度による浮揚力の増大が大きい。

3) 浮揚力—抵抗比の比較

浮子の浮揚力と抵抗の比 B/R は浮子の性能を表わす一つの重要な量である。この比は、また

$$\frac{B}{R} = \tan \theta$$

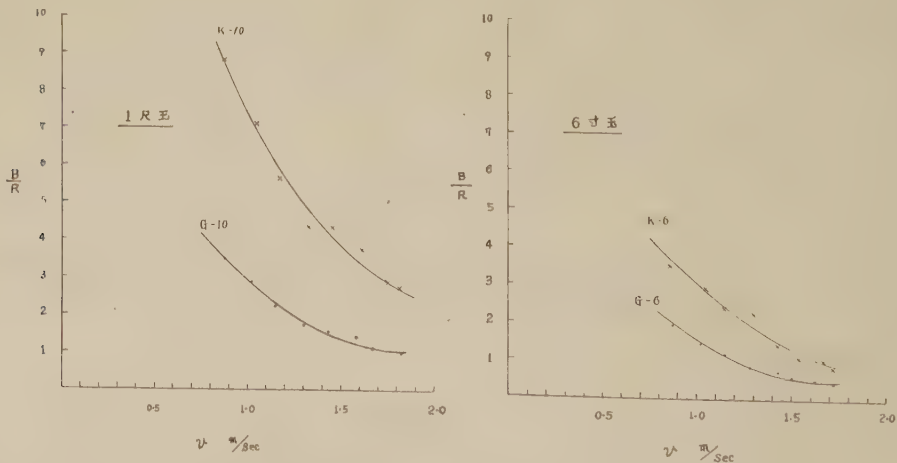
として曳糸の傾斜角によつて表わされる。

(3)(4)および(5)式により、 B/R は

$$\frac{B}{R} = \frac{B_0 + a + bv}{kv^n} \dots\dots\dots (6)$$

と表わされる。即ち B/R は v について第5図に示される如き曲線により表わされる。

(6) 式により、浮子カバーを取付けたものと、これを取付けないものについて B/R を比較すると、浮子カバーを取付けたものの方が a および b の値は大きく、 k の値は小さい。従つて B/R



第5図 曳行速度 v と浮揚力—抵抗比 B/R との関係
但し ×浮子カバー取付
・浮子カバーを取付けない

の値は浮子カバーを取付けたものの方が大きく、実験結果も第5図に示される如くである。すなわち、1 尺玉の場合は約 2.5 倍に、6 寸玉の場合は約 2 倍に増大している。

浮子の浮揚力 B は主としてその体積に関係し、またその抵抗 R は主としてその曳行方向に垂直な面への投影面積に関係するものであるから、浮子の直径が大なる程 B/R の値が大なることは自明の理であり、従つて要求される浮子

に対しては、網成を良好に保ち得る限り、大径の浮子を小数つける方が小径の浮子を多数取付けるより得策であることはいうまでもない。第5図により浮子の直径による B/R の相違をみると第5表に示される如くであり、直径の増大による B/R の増大の割合は浮子カバーを取付けたものの方が著しく大きい。このこと

から、浮子カバーを取付けた浮子の場合には上記の大径の浮子を少数取付けることの有利性が特に強調される。

なお、一例として1 尺玉の各曳行速度に於ける浮子曳糸の傾斜角 θ の測定写真を Plate I に掲げる。

第5表 浮子直径と B/R との関係

曳行速度 v m/sec	1 尺玉の B/R と 6 寸玉の B/R との比	
	カバーをつけた浮子	カバーをつけない浮子
1.5	2.4	1.85
1.25	2.55	2.05
1.5	2.85	2.25
1.75	3.2	2.6

V. 要 約

従来、曳網漁業に使用されてきた保護網付硝子玉浮子は保護網の流体摩擦抵抗が大きく、浮子としての性能は良好とはいえない。従つて、保護網の流体摩擦抵抗を減少させる一方法として第1図に示す浮子カバーを考案した。そして、1 尺及び6 寸硝子玉浮子について、それぞれ、浮子カバーを取付けたものと、これを取付けないものとの性能比較実験を行なつた。その結果

1) 浮子の抵抗は $R=kv^n$ なる式で表わされる。そして、浮子カバーを取付けたものは取付けないものに比較して n の値はほとんど変らないが k の値は、いちぢるしく小さい。従つて1 尺硝子玉浮子に浮子カバーを取付けると、その流水抵抗は約 60%，又6 寸玉の場合は約 40% 減少する。(第4表、第3図)

2) 浮子カバーを取付けたものでも、取付けないものでも、これを水中で曳行する時は、曳行速度が大なる程、浮揚力の増大が大きい。浮揚力 B は

$$B=B_0+a+bv$$

なる式で表わされる。

但し

B =曳行速度 v に於ける浮子の浮揚力。

B_0 =浮子の静止浮力。

定数 a および b の値は浮子カバーを取付けたものの方が取付けないものより常に大きい。従つて、浮子カバーを取付けたものの方が浮揚力は常に大きく、又曳行速度による浮揚力の増大も大きい。(第3表、第4図)

3) 浮子の浮揚力一抵抗比 (B/R) は

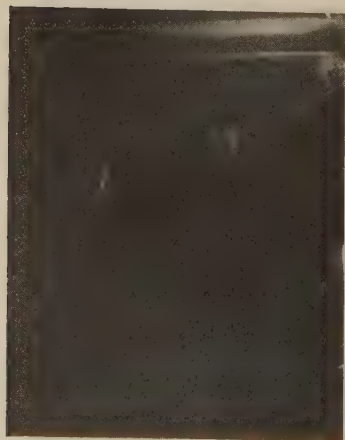
$$\frac{B}{R} = \frac{B_0+a+bv}{kv^n}$$

なる式で表わされる。

浮子カバーを取付けたものは取付けないものに比較して a および b の値が大きく、 k の値は小さくなつてゐる。従つて B/R は浮子カバーを取付けたものの方が常に大きい。1 尺玉に浮子カバーを取付けた場合は B/R が約 2.5 倍に、6 寸玉の場合は約 2 倍に増大する。(第3表、第5表)

Plate I

1尺玉についての測定写真



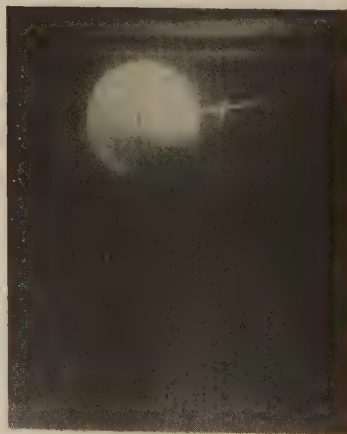
$v : 1.15 \text{ m/sec}$
実験番号 G-10-3



$v : 1.43 \text{ m/sec}$
実験番号 G-10-5



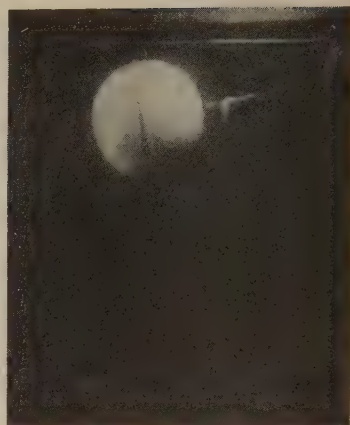
$v : 1.67 \text{ m/sec}$
実験番号 G-10-7



$v : 1.18 \text{ m/sec}$
実験番号 K-10-3



$v : 1.46 \text{ m/sec}$
実験番号 K-10-5



$v : 1.62 \text{ m/sec}$
実験番号 K-10-6

4) 同じ曳行速度に於いては浮子カバーを取付けたものも取付けないものも共に1尺玉の B/R は6寸玉の B/R より大きく、ことに浮子カバーを取付けた場合は増大の割合が顕著である。(第5図, 第5表)

終りにのぞみ, 取まとめに当つて種々, 御教示を賜つた当研究所, 源生一太郎所長に謝意を表し, また実験を手伝われた武富一, 上原玄之助, 加藤武司の各位の労を謝す。

文 献

- 1) 葉室親正: 自記式2点同時計測網高き計(Ⅲ型)の二艘曳機船底曳網についての実験結果, 漁船研究技報第10号
- 2) 小林善一郎, 高橋広弥, 上野元一: 硝子玉浮子の研究第2報, その水中抵抗について北海道大学水産学部研究彙報第4巻
- 3) 谷口武夫: 流水中に於ける硝子玉浮子の抵抗について—I. 日本水産学会誌 23, (11) 696~699 (1958)
- 4) 小山武夫: 保護網付硝子玉浮子が水中で流れから受ける抵抗について東海区水研報告, 第17号昭和32年7月
- 5) 高山重嶺, 小山武夫, 武富一: 球型浮子の大円部に翼を取付けた場合の性能について東海区水研報告, 第25号

Improvement in the Flotation of a Netted Glass Ball by a Plastic Covering

Shigene TAKAYAMA and Takeo KOYAMA

Synopsis

Glass balls are generally used as floats for trawl net. To guard the fragile glass ball from damage due to collision or any impact given on it, it is wrapped up with a protective net. The protective net, however, presents a remarkable resistance as the float is towed through water with the trawl net. Thus, towing the net requires an excessive power. To eliminate the resistance of the protective net, yet keeping the ball from damage, it was devised by the authors to cover the netted ball with a thin spherical shell of synthetic plastics as is shown in Fig. 1. Experiments have been carried out on the characteristics of the covered float to obtain the following results.

1) The hydraulic resistance of the float, both covered and uncovered, at a towing speed v can be expressed by $R = kv^n$ (Fig. 3). The value of n , in the equation, mainly depends on the size of the float and is little affected by the existence of the cover. However, k has a close relation with the roughness of the surface of the float. Its value for the covered float, therefore, is far smaller than that for the uncovered one (Table 4). Thus, the resistance characteristics of a float can be compared by the value of k , and it is to be accepted that the resistance of the float is diminished remarkably by the covering. The rate of reduction amounts to 60% for a 30 cm ball and 40% for a 18 cm ball.

2) Hydraulic lift acts on the float, as it is towed through water, due to the appendage on its surface, flange of the cover in case of a covered float, and netting cords for the uncovered one. If we put B_0 =statical buoyancy of the float and B =lifting force of the float at a towing speed v , then the amount of lift or the augment of lifting force at speed v is given by $B = B_0 + \Delta B$. The experiments revealed that, within the

range of practical towing speed, B can be expressed approximately by $B=a+bv$ where a and b are constants depending on the size of the float (Fig. 4). For a float of a given size, values of both a and b for a covered float are larger than those of the uncovered one, hence the merit of the cover is more remarkable at high speed.

3) The lift and resistance ratio, B/R , may be expressed as $\frac{B}{R} = \frac{B_0 + a + bv}{kv^n}$. As the covered float has larger a and b and smaller k than the uncovered one, a remarkable gain is secured in the ratio B/R as shown in Fig. 5. In addition, it should be noted that the larger the diameter of float, the larger the rate of gain as is given in Table 5.

柵網に入る魚類の習性—I*

イサキについて

三次信輔・吉牟田長生・稲葉繁夫**

柵網は沿岸の浅所、内湾、湖沼などに多く張り建てられる小規模な定置網の一種で、少人数で操業できるので全国各地に設置されており、その構造についてはいろいろで目的魚の習性に依じて作られている。柵網に入る魚類について生態をしらべた試験は少ないが^{1), 2), 3)} 揚網回数は1日にせいぜい1~2回なので魚類の入囊時刻については不明な点が多い。そこで1日に数回揚網することにより、明るさ別（昼、夜及朝、夕のマヅメ）の入囊時刻を確め、更に明るさによつて変つてくる囊の位置の選択性、囊網の明暗効果及入囊中の魚群の行動を確め、夜間に多く入る魚類については月明と暗夜について比較し、柵網に入る魚類の習性をしらべたので報告する。

試験概要

漁場は静岡県伊東沖の手石島で水深は身網部で12~14m 底質は小石、潮流は概ねNEの潮汐流で、期間は昭和33年5月上旬~8月下旬（初年度）及34年5月下旬~8月上旬（次年度）で使用漁具はFig. 1のとおり、囊3ヶを有する柵網である。網の設置日数は、「ヌタ」の附着状態で判断し5~10日日毎に入替を行つた。初年度の使用網はカツチ染、綿糸網で、後半期に、明暗の比較用として囊網のみ、無染網を使用した。次年度はすべてコールタール染、クレモナ網である。猶明るさ別入囊時刻のうち、マヅメの時刻とは網底（身網部）の明るさが大凡1~2ルクスを境としたので朝、夕マヅメとは、40分~1時間足らずの時間なので昼、夜の場合と比べれば非常に短い時間となるが、魚群行動には重要な時刻と思われるので検討することとした。又各囊網を順次揚げおろしするのに20~30分掛るので、前記各時刻の区切りは、幾分、時間的ズレがある。

結 果

漁獲生物の種類は15種類程であるが、最初にイサキについて述べる。

a) 昼、夜、マヅメ別入囊状況

水中での明るさと魚群行動とは、密接な関係があると云われているが、1日を明るさ別に大略して昼、夜の外に朝、夕マヅメとに分ける。此の4つの時刻内の各明るさに入囊した尾数をみるとイサキは殆んど大部分が夜のうちに入囊して、極く少数が夜から朝マヅメにかけて入っている。即ち初年度では481尾中、464尾、次年度では494尾中493尾までが夜間に入囊している状態である。又、夜を午前零時を境として前、後夜に分けると後夜の方に入囊が多く、明るくなつてから身網、囊網に刺つたイサキをみても、大半が活きが良く、短時間前に刺つたものであることがわかる。

* 1959年12月16日受理 東海区水産研究所業績A第124号

** 静岡水試 伊東分場



Fig. 2. 柵網設置場所

第 1 表 昼, 夜, マヅメ 別 の 入 囊 尾 数

昭和 33 年度

試 験 番 号	試 験 期 間	試 験 日 数	夜		朝マヅメ		昼		タマヅメ		計 (入囊尾数)
			入 囊 回 数	入 囊 尾 数	"	"	"	"	"	"	
1	6月17日~22日	6	6	183	2	8	0	0	0	0	191
2	7月5日~12日	8	8	67	0	0	1	1	0	0	68
3	8月12日~17日	5	5	214	3	8	0	0	0	0	222
計		19	19	464	5	16	1	1	0	0	481
%		—	100	96.6	26.3	3.2	2	0.2	0	0	—

第 2 表 昼, 夜 マヅメ 別 の 入 囊 尾 数

昭和 34 年度

試 験 番 号	試 験 期 間	試 験 日 数	夜		朝マヅメ		昼		タマヅメ		計
			入 囊 回 数	入 囊 尾 数	"	"	"	"	"	"	
1	6月22日~30日	9	9	425	1	1	0	0	0	0	426
2	7月27日~8月5日	10	9	68	0	0	0	0	0	0	68
計		19	18	493	1	1	0	0	0	0	494
%		—	94.5	99.8	5.5	0.2	—	—	—	—	—

b) 月明及暗夜期の入囊

月は多くの海産動物に作用を及ぼすと云われているが、イサキについても、関係があり、夜間月が中空に出ている明るい晩と出ていない暗い晩とでは、後者の方が入囊が多くイサキは暗夜の時刻に活発に動き回るものと思われる。此処では満月（月令 15 日）、新月（月令 30 日）を、はさんだ前後 7 日間の入囊尾数を各々集計し比較したもので初年度で 1:3、次年度で 1:2.4 と暗夜期が 2~3 倍の入囊増を示している。

第 3 表 月明, 暗夜期の入囊尾数

昭和 33 年度

試験番号	月 明 期		暗 夜 期		計
	試 験 期 間	入囊尾数	試 験 期 間	入囊尾数	
1	5月31日~6月6日	29	6月15日~21日	145	174
2	7月2日~ 8日	39	7月14日~20日	76	115
3	7月29日~8月4日	73	8月13日~19日	225	298
計	21日	141	21日	446	587

第 4 表 月明, 暗夜期の入囊尾数

昭和 34 年度

試験番号	月 明 期		暗 夜 期		計
	試 験 期 間	入囊尾数	試 験 期 間	入囊尾数	
1	6月18日~24日	177	6月3日~9日	291	468
2	7月17日~23日	48	7月3日~9日	244	292
計	14日	225	14日	535	760

第 5 表 月明, 暗夜期の刺りの尾数 (開網)

昭和 33 年度

月 明 期		暗 夜 期		計
試 験 期 間	刺りの尾数	試 験 期 間	刺りの尾数	
6月15日~21日	22	5月31日~6月6日	141	163

c) 囊網の位置の選択性

身網, 囊網を同一色にして各囊網 I, II, III に入るイサキの位置の選択性をしらべると初年度では I:II:III=1:5.4:4.5 次年度は 1:2:8 と変つている。これは次年度の身網設定位置が前年度のものより 17 m 沖出し、且南東に 10 m 寄つたので身網部水深が 0~2 m 深くなつたこと潮流の方向が前場所と同一でないことがあげられるし、イサキ群そのものの動きも変つているかも知れず、その原因については逐次検討したいと思うが、I, III 囊網の位置の選択性の差異は認めらる。

第 6 表 囊 網 の 位 置 別 入 囊 尾 数

昭和 33 年度

試 験 番 号	試 験 期 間	囊 網 入 囊 尾 数			
		I	II	III	計
1	5 月 8 日 ~ 6 月 3 日	7	37	42	86
2	6 月 4 日 ~ 22 日	41	171	105	317
3	7 月 2 日 ~ 22 日	15	100	75	190
4	8 月 4 日 ~ 11 日 " 18 日 ~ 24 日	6	65	89	160
計	73 日	69	373	311	753

第 7 表 囊 網 の 位 置 別 入 囊 尾 数

昭和 34 年度

試 験 番 号	試 験 期 間	囊 網 入 囊 尾 数			
		I	II	III	計
1	5 月 25 日 ~ 6 月 28 日	61	198	555	814
2	6 月 29 日 ~ 8 月 5 日	88	120	593	801
計	60 日	149	318	1,148	1,615

d) 囊網の明暗効果

初年度後半の替網としてカツチ染、無染の囊網を使用して、カツチ色、白色の比較試験を行つたが期間が延 15 日間と云う短期間なので資料としては十分でないが、連日入囊尾数が多く、その集計は 575 尾と可成り多かつたので検討したものである。即ち、第 9 表のとおり II のカツチ染囊網の入囊尾数を 1. とした II, III の入囊比率は $I : II : III = 0.445 : 1.0 : 2.450$ であり、囊網全部、カツチ染を使用した位置の選択性に入囊比率は $I : II : III = 0.185 : 1.0 : 0.835$ なので無染網（白色）のカツチ染網に対する比は囊網 I で $\frac{0.445}{0.185} \div 2.4$ III で $\frac{2.450}{0.835} \div 2.95$ とほぼ 2~3 倍の入囊増となつている。

第 8 表 無 染、カ ツ チ 染 網 入 囊 尾 数

昭和 33 年度

試 験 番 号	試 験 期 間	囊 網 入 囊 尾 数			計
		I (白)	II (カツチ)	III (白)	
1	7 月 26 日 ~ 8 月 3 日	47	109	197	353
2	8 月 12 日 ~ 17 日	19	39	164	222
計		66	148	361	575

第 9 表 無 染, カ ッ チ 染 網 の 入 囊 比

囊 網 の 明 暗 別	試 験 期 間	日 数	Ⅱ の 囊 網 の 入 囊 尾 数 を 1.0 と し た 値			計
			I	Ⅱ	Ⅲ	
I } Ⅱ } カ ッ チ 網 Ⅲ }	5 ~ 8 月	73 日	0.185 (69)	1.0 (373)	0.835 (311)	(753)
I, Ⅲ } Ⅱ } 無 染 (白) 網 カ ッ チ 網	7 ~ 8 月	15 日	0.445 (66)	1.0 (148)	2.450 (361)	(575)

() 内 は 入 囊 尾 数

e) 囊 網 中 の 魚 群 の 行 動

各囊網に入つたイサキをその儘, 残しておいて昼, 夜, 及朝, 夕のマヅメの時刻毎に囊中の魚群が逃げるか否かをしらべたが, 使用囊網構造の範囲では 1 尾の逃亡魚もなかつた。然し, 1 尾も逃げないと云うことは, 入り難いとも考えられ, その上下の位置や構造については今後検討の余地があると思う。

第 10 表 囊 網 中 に 残 し た 魚 群 行 動

昭和 33 年度

時 刻	囊 網 に 残 し た 尾 数			計	逃 げ た 尾 数
	I	Ⅱ	Ⅲ		
朝 マ ヅ メ	9	9	6	24	0
夜 (全)	2	—	—	2	0
" (後)	2	3	4	9	0
	13	12	10	35	0

第 11 表 囊 網 中 に 残 し た 魚 群 の 行 動

昭和 34 年度

時 刻	囊 網 に 残 し た 尾 数			計	逃 げ た 尾 数
	I	Ⅱ	Ⅲ		
朝 マ ヅ メ	3	5	10	18	0
昼	3	8	14	24	0
夕 マ ヅ メ	3	5	10	18	0
夜 (全)	0	3	11	14	0
" (前)	3	0	0	3	0
" (後)	3	16	30	49	0
計	15	37	75	127	0

要 約

以上柵網に入る魚類のうち, イサキの行動習性について判つたものは以下の通りである。

- 1) 夜間に行動する夜行性魚類でその動きは後夜に特に活発である。
- 2) 且その動きは暗夜に活潑で月明の期間と比較すると 2~3 倍の入囊増となつている。
- 3) 囊の位置を選択する性質は沖側の囊によく入り, 地側の囊に少く, ほぼ 5~8 対 1 の割の選

択性を示しているが沖側のいずれの囊によく入るかは場所、時期により異なるようである。

4) 囊を白、カツチ色の明暗別にすると前者の方に多く入囊している。

5) 一度、囊網に入つたものは、本構造の範囲では1尾も逃げたものはなかつた。

本試験に当り、終始御指導頂いた高山漁具漁法部長、御協力頂いた野村、森岡技官、静岡水試伊東分場、及同分場試験船初島丸乗組員諸氏に対し、厚く御礼申上げる。

文 献

- 1) 宮本：日本水産学会誌 19, 243 (1953)
- 2) " " " 1032 (1954)
- 3) " " " 1109 (")

Behaviours of Fishes Entering a Trap Net—I

Field Experiments on the "Isaki", *Parapristipoma trilineatum*

Shinsuke MITSUGI, Chosei YOSHIMUTA and Shigeo INABA

Synopsis

With view to examining behaviours of fishes to be taken in entering "masu ami", a type of trap net, a number of experiments were carried out at a fishing ground off Ito, Shizuoka Prefecture, in the summer of 1958 and 1959. In a first series of the report presented here, consideration has been given to data from observation for the "isaki" *Parapristipoma trilineatum*. The following are a summary of major findings.

1) According to the number of individuals hauled up from the bag nets four times a day (dawn, daytime, dusk, and midnight), the isaki may be regarded as a nocturnal fish as they were found more active during hours from midnight to dawn than any other time of the day.

2) The fact was further confirmed by the catches on the dark night which were two or three time as many as the ones on the moonlight night.

3) By placing a bag at each of three corners of the trap net, selectivity of the bag position by fish was investigated. The data obtained reveal that the isaki tend to prefer bag Nos. 2 and 3, set at the offshore corners, to the inshore bag, No. 1. However, preference between bag No. 2 and No. 3, which was placed at the furthest offshore corner, appeared to vary depending on season and topography of a fishing ground because of no indication of selectivity.

4) Between cutched bags and plain bags, the latter had a greater amount of catch than the former.

5) Construction of a bag in which a funnel net is built has primary importance in a trap net. The bags used for the experiments were found satisfactory in construction to prevent the catch from escape.

ビタミン油採取法に関する研究—Ⅱ*

移行油として植物油を用いる試み

東 秀 雄・山川健重・米田直樹**

緒 言

前報¹⁾においてアルカリ消化法によるビタミンAの損失を調査した結果、その損失量が意外に大きいことが判つたので、アルカリ消化法の改良の必要を認めた。

含油量の少ない肝臓からアルカリ消化法によりビタミン油を採取する場合には、普通肝油類が移行油として使われている。アルカリ消化法によつて得られたビタミン油はほとんど分子蒸溜によつて濃縮され、濃縮物がビタミン油として売られている。肝油類は植物油に比し、分子蒸溜にかけた場合、溜出しやすいので、移行油として肝油類の代りに植物油を使えば分子蒸溜効果、その後の濃縮効果などにすぐれた結果が得られることを予想し、著者らはピンチョウ肝臓を原料とし、肝油と植物油をそれぞれ移行油として使用し比較を行つた。その結果、二、三の知見を得たので報告する。

実 験 の 部

1. 実 験 方 法

i) 試 料 の 採 取

原料としてピンチョウ肝臓を用い、これをチヨツパーにかけ細断し、原料の半量の水を加えよく攪拌混和し、これを二分して比較試験の試料とした。その一部をとり含油量、油中A濃度、酸価および PH を測定した。この含油量、油中A濃度および後に加える移行油中Aをもとにして計算した肝臓中総Aは Table 1 に示すようである。一方この採油試験で得られた製品と廃洗液中の総A

Table 1. 試 料

採取法	移 行 油				肝 油					総 A ×10 ⁶ I.U.	第3表に おける a + b ×10 ⁶ I.U.	その差 ×10 ⁶ I.U.
	種 類	重量 (kg)	A濃度 (I. U./g)	総 A ×10 ⁶ I.U.	含油量 (%)	肝 油			総 A ×10 ⁶ I.U.			
						A濃度 (I. U./g)	酸価	PH				
I	スケソウ	2.0	3,540	7.1	7.9	36,900	104	6.35	57.9	65.0	65.0	0
II	大 豆	2.0	—	—	7.8	39,300	110	6.35	61.2	61.2	65.0	-3.8
I	スケソウ	2.0	3,540	7.1	12.3	31,100	60.3	6.39	76.7	83.8	71.8	12.0
II	大 豆	2.0	—	—	11.7	30,800	62.2	6.39	72.2	72.2	66.8	5.4

の和もこの表に併記した。この両者の差を見ると、前後4回の試験に全く同量の試料を使つたにもかかわらず、-3.8~120×10⁶I.U. の差が見られた。これは試料は可及的に均一ならしめるため充分攪拌混和を行つたが、一部を採取して全体を代表するとき均一な試料は得られないことを示している。そこで著者らはこの報告でAの収量、損失量を論ずるにあたり、後者の方法すなわち、得られた製品と廃洗液中の総Aの和をもつて原料肝臓中の総A量と見なすことにした。

ii) アルカリ消化法

* 1959 年 11 月 2 日受理，東海区水産研究所業績A第 120 号
** 林兼水産工業株式会社

前項に述べた試料に更に水を加え全体としてもとの肝臓の倍量とする。これに NaOH, 移行油を加え加熱, 更に水を加えた後シャープレスにかけ油分 (エマルジョンを含む) を分離する方法 (I 法) と, 加える NaOH 量を分解必要量にとどめ, 過剰の NaOH を酸で中和後これに移行油を加えて攪拌混和後油分を分離する方法 (II 法) とを行つた (Fig. 1)。

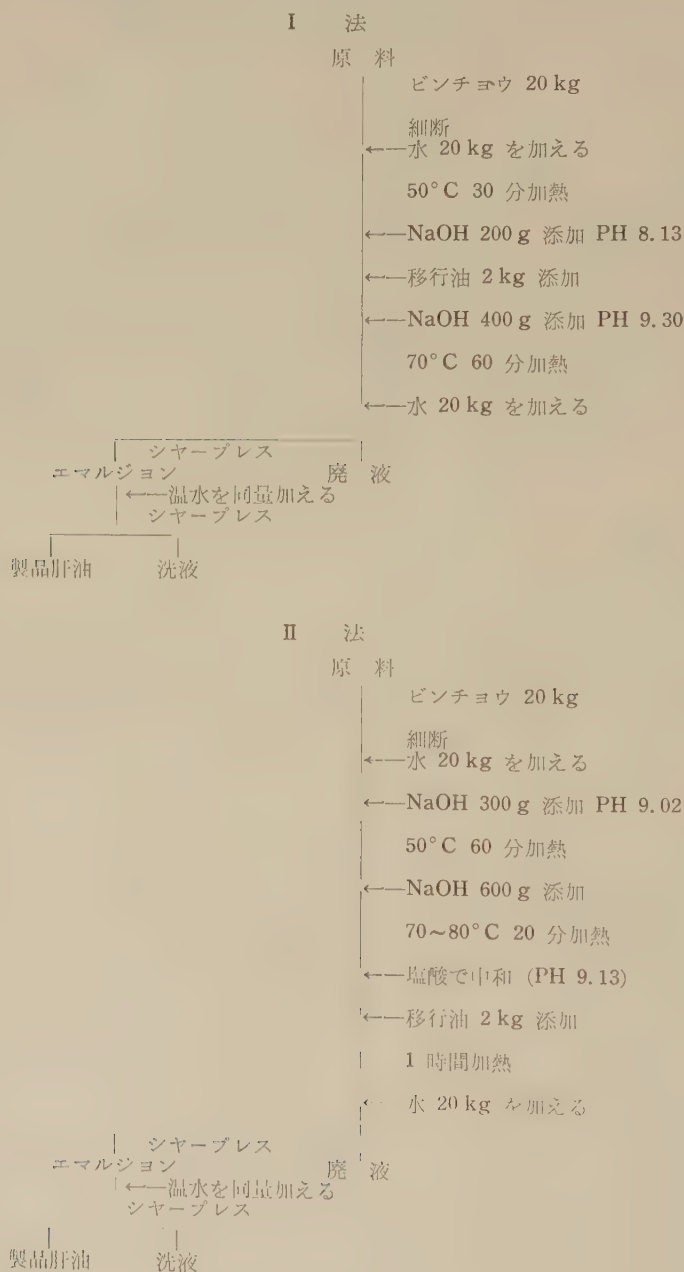


Fig. 1. 実験方法

移行油としてはスケソウ肝油 (3,540 I.U./g) および大豆油* を用いた。

* 豊年製油株式会社製

iii) 分子蒸溜

アルカリ消化法によつて得られた製品（ビタミン油）を仕込原料とし、日本理化学株式会社製の流下式小型分子蒸溜器を用い蒸溜を行い、3 区分と残渣に分け、重量とA濃度を測定した。

iv) 分解濃縮

分子蒸溜によつて得られた各溜分を集め、著者らの方法²⁾により鹼化濃縮した後、得られた不鹼化物をさらにメタノールによりステロールを除いた。

v) 保存試験

濃縮に供したのと同じ試験約 0.5 g を経 5 cm のシヤールに入れ、サステン 0.1% を添加し、あるいは無添加で 30°C に保った乾燥器中に 7 日間放置し、その期間中におけるAの残存状態を観察した。

2. 実験結果および考察

i) ビタミン油採取の結果

Table 2 に示すように大豆油を移行油とし、I 法により採取した場合の A 収量が最もよく、大

Table 2 ビタミン油採取の結果

移行油の 種類	採取法	製 品			廃 洗 液				収 率 $\frac{a}{a+b} \times 100$
		重 量 (g)	A 濃 度 (I.U./g)	総 A (a) $\times 10^4$ I.U.	重 量 (kg)	含油量 (%)	A 濃 度 (I.U./g)	総 A (b) $\times 10^4$ I.U.	
スケソウ 大 豆	I 法	2,292	23,600	54.14	96.5	0.74	15,200	10.86	83.3
		2,272	23,400	53.35	104.4	0.62	18,000	11.65	81.9
スケソウ 大 豆	II 法	3,071	19,900	60.99	83.5	0.96	13,500	10.79	84.9
		3,060	19,100	58.43	95.8	0.51	17,100	8.35	87.3

豆油を移行油としてII法により採取した場合の A 収量が最も悪い。しかし、その差は 5.4% にすぎず、有意の差とは認められない。すなわちビタミン油採取の方法としては移行油として肝油を用いても植物油を用いても、また I 法によつても II 法によつてもこの場合には A 収量の点からは大差が見られなかった。

ii) 分子蒸溜

この場合も Table 3 に示すように、移行油の種類、方法のちがひによつて溜分中の A 収量には

Table 3 分子蒸溜結果

採取法：I，移行油の種類：スケソウ

	蒸溜温度 °C	油 量		ビ タ ミ ン A		
		重 量 (g)	%	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	A 収 量 %	濃縮倍率
原 油		399.9	—	2.34	100	1.00
Fr. 1	230	12.8	3.2	15.6	21.4	6.66
Fr. 2	240	12.1	3.0	23.6	30.6	10.1
Fr. 3	250	12.8	3.2	13.9	19.0	5.94
残 渣		362.2	90.6	0.649	25.1	0.28
計		399.9	100.0	—	96.1	—
溜 分 計		37.7	9.4	17.2	71.0	7.3

採取法：Ⅱ，移行油の種類：スケソウ

	蒸溜温度 °C	油 量		ビ タ ミ ン A		
		重 量 (g)	%	A 単位 ×10 ⁴ I.U./g	A 収 量 %	濃縮倍率
原 油		413.6	—	1.92	100	1.00
Fr. 1	230	32.6	7.8	8.48	34.8	4.42
Fr. 2	240	6.7	1.6	17.8	15.0	9.26
Fr. 3	250	12.7	3.0	15.6	24.4	8.12
残 渣		361.9	87.6	0.446	20.3	0.23
計		413.6	100.0	—	94.5	—
溜 分 計		51.7	12.4	11.4	74.2	5.94

採取法：Ⅰ，移行油の種類：大豆

	蒸溜温度 °C	油 量		ビ タ ミ ン A		
		重 量 (g)	%	A 単位 ×10 ⁴ I.U./g	A 収 量 %	濃縮倍率
原 油		340.9	—	2.19	—	1.00
Fr. 1	230	10.4	3.1	15.1	21.0	6.90
Fr. 2	240	6.9	2.0	23.4	24.4	10.7
Fr. 3	250	11.5	3.4	14.5	22.4	6.62
残 渣		312.1	91.5	0.577	24.1	0.26
計		340.9	100.0	—	91.9	—
溜 分 計		28.8	8.5	17.6	67.8	8.05

採取法：Ⅱ，移行油の種類：大豆

	蒸溜温度 °C	油 量		ビ タ ミ ン A		
		重 量 (g)	%	A 単位 ×10 ⁴ I.U./g	A 収 量 %	濃縮倍率
原 油		410.6	—	1.85	100	1.00
Fr. 1	230	14.7	3.6	17.0	32.9	9.20
Fr. 2	240	9.4	2.3	21.3	26.4	11.5
Fr. 3	250	12.5	3.0	12.7	20.9	6.86
残 渣		374.0	91.1	0.330	16.2	0.18
計		410.6	100.0	—	96.4	—
溜 分 計		—	8.9	16.6	80.2	8.98

大差がない。しかし、各溜分のAの平均濃縮率を見ると、Ⅰ法、Ⅱ法いずれも移行油として大豆油を使用した方が高い。これはスケソウ肝油中のグリセリドが溜分中に出てくるため、スケソウ肝油を移行油とした場合の溜分重量が大豆油を移行油とした場合のそれよりも多くなるためであろう。

また、蒸溜操作の難易という点から見ると、大豆油を移行油として使用した方が容易であつた。すなわち、スケソウ肝油を移行油として使用した場合はⅠ法、Ⅱ法によるいずれの場合も蒸発面の発泡が著しく、脱ガス操作に著しく時間を要した。大豆油を移行油とした場合はかかる難澁さが見られない。すなわち移行油としてスケソウ肝油の代りに大豆油を使用すれば分子蒸溜能力を著しく高めることになる。

iii) 分 解 濃 縮

分解濃縮の結果は Table 4 に見るように不純化物抽出の際はA 収量の点で殆んど差が認められ

Table 4 分解濃縮試験結果

1. 分子蒸溜油 (Fr. 1~3 合併) の抽出試験

移行油の種類	蒸 溜 油		抽 出 不 純 化 物			
	重 量 (g)	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	重 量 (g)	%	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	A 収量 (%)
スケソウ	39.5	10.57	6.9	17.5	57.1	94.9
大豆	27.0	16.35	6.2	23.0	68.7	96.8

2. 抽出不純化物より脱ステロール試験

移行油の種類	抽 出 不 純 化 物		脱 ス テ ロ ー ル 不 純 化 物			
	重 量 (g)	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	重 量 (g)	%	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	A 収量 (%)
スケソウ	6.9	57.1	3.2	46.4	113.3	91.5
大豆	6.2	68.7	2.9	46.8	141.1	96.0

3. 分子蒸溜 → 脱ステロール (通算)

移行油の種類	蒸 溜 油		脱 ス テ ロ ー ル 不 純 化 物				
	重 量 (g)	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	重 量 (g)	%	A 単位 $\times 10^4$ I.U./g	濃 縮 比	A 収量 (%)
スケソウ	39.5	10.57	3.2	8.1	113.3	10.72	86.9
大豆	27.0	16.35	2.9	10.7	141.1	8.64	92.8

なかつたが、抽出された不純化物よりステロールを除去するさい、A 収量 (未補正) にあきらかな差が認められた。このため、分子蒸溜油を分解濃縮し、さらに脱ステロール処理を行つたさい、大豆油を移行油としたものではA 収量が 92.8% であつたのに対し、スケソウ肝油を移行油としたものでは 86.9% にすぎなかつた、これはスケソウ肝油を移行油としたものでは脱ステロール時のメタノール溶液中にステロールと共に沈澱する粘稠な暗褐色の物質があり、これがA を強く包含して洗滌を妨げるためである。

iv) 保 存 試 験

ビタミン油を実際輸出するさいおこる単位低下が問題となつている。移行油を大豆油にかえることによりビタミン油の保存性もよくなろうと思つてこの試験を行つた。

まず、サステン無添加の場合、スケソウ肝油を移行油としたものは2 日目にA の残存率が 50.3% になり、3 日目には一般吸収を示すのに対し、大豆油を移行油としたものは3 日目になつてもなお 23.1% の残存率を示した。また、サステンを添加した場合、スケソウ肝油を移行油としたものは3 日目に 72.5%、7 日目に一般吸収を示すのに対し、大豆油を移行油としたものは7 日目になつても残存率が 42.6% であつた (Table 5)。この結果は明らかに大豆油を移行油としたものはスケソウ肝油を移行油としたものより保存性がすぐれることを示している。

以上の試験結果から、大豆油を移行油にすることによつてビタミン油を採取するさいには格別利

Table 5 保存試験の結果

移行油 の種類	サステン	期間(日)				
		処 理 前	1	2	3	7
スケソウ 大 豆	無 添 加	100	79.9	50.3	一般吸収	
	"	100	89.6	62.5	23.1	
スケソウ 大 豆	添 加	100	—	—	72.5	一般吸収
	"	100	96.9	—	84.1	42.6

点は認められなかつたが、その後の操作、すなわち分子蒸溜のさいにはA濃縮率が向上し、分解濃縮のさいにはA収量がよくなることなどの好結果が得られた。また、大豆油を用いたものの分子蒸溜溜分は保存性がすぐれていることが分つた。

摘 要

アルカリ消化法により魚類肝臓からビタミン油を採取するさい、大豆油を移行油として用いる場合はスケソウ肝油を移行油とした場合に比し、次のごとき利点が認められた。

- 1) 得られたビタミン油の分子蒸溜が容易である。
- 2) 分子蒸溜のさいのA濃縮率が向上する。
- 3) 分子蒸溜溜分の保存性がすぐれている。
- 4) 分解濃縮のさいのA収量が高い。

文 献

- 1) 東秀雄・山川健重・下田雄四郎：東海区水研報告 26, (1959)。
- 2) 東秀雄・山川健重・衣巻豊輔・新間弥一郎・金子徳五郎・杉井麒三郎・萩原美那世：特許 236,031 (1957)。

Studies on the Extraction of Vitamin Oil—II Comparative Effect of Soy Bean Oil and Pollack Liver Oil as the Pick-up Oil

Hideo HIGASHI, Takeshige YAMAKAWA and Naoki MAITA

Synopsis

The authors examined the efficiency of molecular distillation, yields and potencies of the vitamin oil by using soy bean oil and pollack liver oil as the pick-up oil in the alkali digestion method. The results obtained are compared as follows.

In the extraction of vitamin oil from fish liver oil, the use of soy bean oil did not bring any remarkable effect. But in the later stages of treatments, for instance, molecular distillation or concentration, it gave a better result in yield or ratio of concentration of vitamin A. Also, stability of the distillates in the case of soy bean oil was good.

Studies on the Browning of Irradiated Fish—I.*

Effect of Presence of Free Sugar on the Browning of Fish Flesh

Kinjiro YAMADA and Keishi AMANO

The browning reaction of irradiated fish is a subject of considerable importance in a practical use of irradiation for fish preservation, since a variety of fish develops the browning to a greater or less extent by gamma-ray irradiation¹⁾.

Apparently previous papers on the browning of dried and frozen fatty fish have mainly dealt with the discoloration due to fat oxidation. However, brown discoloration often appears even in canned lean fish such as cod, haddock, ling cod, red cod and halibut, and the phenomena are frequently accompanied by a noticeable caramelized or acrid odor and flavor²⁾. Tarr, in his series of successive reports, confirmed that the brown discoloration, which occurs on heating (120°C., 1 hr.) white flesh of fish, is due largely to reactions of Maillard type²⁻⁷⁾. This type of reactions is also found in the browning of canned crab meat⁸⁾. On the other hand, ionizing radiation was found to increase the sensitivity of milk to browning, and changes of lactose induced by irradiation was ascertained to be largely responsible for the discoloration⁹⁻¹⁰⁾.

The purpose of the work described in this paper is to elucidate the effect of the presence of sugar on the browning of irradiated fish.

Experimentals and Results

1. Relation between browning and oil content of fish flesh

The flesh of twenty-two different species of fish was subjected to gamma-ray irradiation at a dose of 1,000 kr as previously reported¹⁾. After irradiation, the radiation induced browning of the flesh, which was cooked for five minutes at 100°C., was observed organoleptically. The oil content of flesh was determined by the ether extraction of non-irradiated samples (Table 1).

The results showed that irradiation browned not only most of fatty fish but also some of lean fish such as Japanese sea bass to a great extent.

2. Browning of dried squid

Fairly colorless material was prepared for the test by drying the raw flesh of squid at a low atmospheric temperature (10°C., in January, 1959). Immediately after irradiation at a dose of 2,000 kr, each of two series of samples (4×5 cm.) was stored at the temperature between -7° and -8°C. or 0° and 4.5°C. respectively. At a week interval of storage time, the samples were withdrawn for the measurement of browning by a 'Hitachi' Model SPR-2 photoelectric reflectometer with a 530 m μ filter. The

* Received Jan. 21, 1960. Contribution A No. 125 from Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

Table 1. Effect of gamma-ray irradiation on the development of browning of fish flesh with reference to their oil content

Variety of material	Oil content (%)	Browning
Pacific saury ('Sanma') <i>Cololabis saira</i>	7.7	++
Conger eel ('Maanago') <i>Conger myriaster</i>	5.2	++
Yellow tail ('Inada') ('Buri') <i>Seriola quinqueradiata</i>	5.1	++
Mackerel ('Saba') <i>Scomber japonicus</i>	4.6	+
Barracuda ('Yamatokamasu') <i>Sphyræna japonica</i>	3.9	++
Frigate mackerel ('Sodagatsuo') <i>Auxis thazard</i>	3.0	+
Bluefin tuna ('Honmaguro') <i>Thynnus thynnus</i>	2.5	++
'Takabe' <i>Labracoglossa argentiventris</i>	2.5	++
Skipjack ('Katsuo') <i>Katsuwonus pelamis</i>	2.1	+
Dog salmon ('Sake') <i>Oncorhynchus keta</i>	2.0	++
Pargy ('Madai') <i>Pagrosomus unicolor</i>	1.3	++
Oyster ('Magaki') <i>Ostrea (Crassostrea) gigas</i>	1.1	±
Greenfish ('Mejina') <i>Girella punctata</i>	1.0	+
Plaice ('Hirame') <i>Paralichthys olivaceus</i>	1.0	+
Prawn ('Kurumaebi') <i>Penaeus japonicus</i>	0.7	—
White clam ('Hamaguri') <i>Meretrix meretrix lusoria</i>	0.6	++*
Baby clam ('Asari') <i>Venerupis semidecussata</i>	0.4	+*
Octopus ('Madako') <i>Octopus variabilis</i> var. <i>typicus</i>	0.4	±
Jack mackerel ('Maaji') <i>Trachurus trachurus</i>	0.2	+
Japanese sea bass ('Suzuki') <i>Lateolabrax japonicus</i>	0.2	++
Squid ('Surumeika') <i>Ommastrephes sloani pacificus</i>	0.2	—
Abalone ('Awabi') <i>Haliotis</i> Sp.	0.2	—

* dark grey; ++ higher discoloration; + lower discoloration.

percent reflectance is presented in Table 2 with reference to the magnesium oxide standard as 100 per cent of reflectance (Table 2).

In the experiment (No. 1), the sample was apparently browned by irradiation, and the discoloration developed progressively during the subsequent storage. In another experiment (No. 2), the browning initiated by irradiation was not so obvious as observed in the experiment No. 1. But the samples treated with ether and acetone prior to irradiation browned under gamma-rays by increasing the degree of

Table 2. Development of browning in irradiated squid during storage

Treatment	Reflectance % Time of storage (days)			
	0		7	14
	Before irradiation	After irradiation		
No. 1*				
Not irradiated		20	20	19
Irradiated	20	16	14	11
No. 2**				
Not irradiated		22	19	16
Irradiated	21	19	15	15
Irradiated after extracting sample with ether	63	55	44	40
Irradiated after extracting sample with alcohol	25	25	21	20
Irradiated after extracting sample with acetone	36	29	20	19

* After irradiation samples were kept at the temperature between -7 and -8°C . for 7 days, and then stored at the temperature between 0 and 4.5°C .

** After irradiation samples were kept at the temperature between 0 and 4.5°C . during storage.

discoloration during the storage. In the sample treated with alcohol the browning was not recognizable.

3. Effect of sugars on the browning

(1) Absorption spectra of sugar solution

Each sugar of fourteen different varieties (reagent grade) was dissolved in a

Table 3. Absorption coefficient of irradiated sugar solution at the wave length of $270\text{ m}\mu$

Sugar (0.05 M)	ϵ sp	ϵ mol
Arabinose	4.13	62
Xylose	6.00	90
Ribose	5.00	75
Glucose	3.50	63
Fructose	7.50	135
Galactose	5.27	95
Rhamnose	12.60	230
Sucrose	10.60	365
Lactose	1.57	54
Maltose	1.80	62
Raffinose	6.40	325
Glycogen*	4.50	—
Inulin*	25.50	—
Mannitol	6.30	115

* Concentrated to 0.05% of sugar content

Table 4. Yellow discoloration of sugar solution by heating subsequent to the irradiation

Sugar (0.05 M)	Optical density
Arabinose	0.26
Xylose	0.30
Ribose	0.27
Glucose	0.32
Fructose	0.41
Galactose	0.37
Rhamnose	0.30
Sucrose	0.55
Maltose	0.23
Raffinose	0.48
Glycogen*	0.35
Inulin*	0.45
Mannitol	0

* Concentrated to 0.05% of sugar content

Sorensen's phosphate buffer solution (pH 6.2) at the concentration of 0.05 M, except inulin and glycogen, which were made up to a 0.05% solution. Then, a 10 cc. portion of these solutions was taken into test tubes (ϕ 1.6 cm.) for irradiation at a dose of 2,000 kr. After irradiation, the absorption of the solutions in ultraviolet region was measured by a 'Hitachi' automatic recording spectrophotometer (Table 3). For the solutions heated for five minutes at 100°C., the intensities of yellow discoloration produced by irradiation were measured by the use of a 'Hitachi' Model EPU-2 spectrophotometer and expressed in terms of the optical density at the region of 400 m μ (Table 4).

After irradiation, an absorption maximum of sugar solutions appeared at the region of 270 m μ except glucose which showed its maximum at 275 m μ . However, the intensity of the absorption was different for each sugar. Although the irradiated solutions turned yellow on heating, the unirradiated lots showed no detectable discoloration. No proportional relation seems to exist between the intensity of ultraviolet absorption and the degree of yellow discoloration.

(2) Browning of leached flesh

Table 5. Effect of sugar on radiation induced browning of cooked fish flesh (*Lateolabrax japonicus*)

Sugar added (0.01 M)	Reflectance %	
	Not irradiated	Irradiated
Arabinose	52	42
Xylose	51	41
Ribose	50	43
Glucose	50	40
Fructose	53	42
Galactose	50	42
Rhamnose	51	43
Sucrose	52	41
Lactose	53	42
Maltose	53	42
Raffinose	50	43
Glycogen*	53	42
Mannitol	53	41
Control sample (leached flesh)	53	42

* Concentrated to 0.05% of sugar content

Minced flesh prepared from a fresh Japanese sea bass was leached by suspending it overnight in a large volume of running water at 23°C. Then, water of the leached flesh being squeezed out by hands as much as possible, each 20 g. part of squeezed flesh was mixed thoroughly with 2cc. of 0.1 M freshly prepared sugar solutions, except a glycogen solution which was made up to a concentration of 0.5%. The samples thus mixed were packed in polyethylene bags of size 1×4×5 cm. to irradiate them with the same dosage as the sugar solutions at 10°C. After irradiation was through, they were cooked for five minutes at 100°C. to determine the browning by the reflectometer at the wave length of 400 m μ (Table 5).

Results revealed no difference in the intensity of browning either among the sugared samples or between them and the control, *i.e.*, leached flesh to which no sugar was added.

4. Effect of pH on the browning

(1) Absorption spectra of sugar solution

A 10 cc. portion of the solutions containing 0.05 M 1-arabinose (reagent grade) freshly mixed with phosphate buffer with different pH value (3.6–8.5) was poured into test tubes. After irradiating at a dose of 2,000 kr, the optical density of each solution was determined in the region of ultraviolet wave length (Table 6).

Table 6. Effect of pH value on maximum absorption band and its intensity of irradiated sugar solution

pH value of sugar solution		Maximum absorption band	Optical density
Before irradiation	After irradiation		
3.6	3.2	266—269	0.24
5.8	5.4	268—271	0.15
6.5	6.2	271—274	0.37
7.0	6.8	271—273	0.31
7.6	7.2	269—271	0.32
8.5	7.4	269—271	0.40

Table 7. Effect of pH value on yellow discoloration of sugar solution by heating subsequent to the irradiation

pH value of sugar solution		Optical density
Before irradiation	After irradiation	
3.6	3.2	0.07
5.8	5.4	0.14
6.5	6.2	0.34
7.0	6.8	0.40
7.6	7.2	0.46
8.5	7.4	0.46

The results indicated that the optical density was generally increased by irradiation, and the maximum absorption shifted to the side of long wave length, in accordance with the increase of pH value of sugar solutions. Heating for five minutes at 100°C. of these irradiated samples presented yellow discoloration with their intensity in acidic solution lower than those of alkaline solution (Table 7). Similar results were also obtained in the experiments with d-fructose, 1-xylose and sucrose.

(2) Browning of flesh

Minced flesh (Japanese sea bass) was used for this experiment, as well. A 10 cc. portion of dilute acid or alkali solution was added to 10 g. of minced flesh so as to attain the samples with pH values of 5.1 and 7.2, respectively. The samples packed in polyethylene bags were irradiated with a dose of 2,000 kr at 10°C., then cooked for five minutes at 100°C. Upon measuring the browning intensities (Table 8), such discoloration as had been found in the irradiated sugar solutions could not be observed in the fish flesh when pH value of the medium was increased.

Table 8. Effect of pH value on radiation induced browning of cooked fish flesh (*Laceolabrax japonicus*)

pH value	Reflectance %	
	Not irradiated	Irradiated
5.1	64	57
6.0*	68	63
7.2	65	61

Each pH value of fish flesh was adjusted by addition of dilute acid or alkali solution, respectively.

* No adjustment of pH value was made for this sample

Discussion and Conclusion

With reference to the cause of browning of irradiated fish, rancidity might be suggested as a factor responsible for the discoloration, because fat is readily to oxidize

in a manner similar to ordinary auto-oxidation in atmosphere, resulting in formation of peroxides and carbonyl compounds¹¹⁻¹³). However, some other causes could be also considered, because such a lean flesh as Japanese sea bass gave a remarkable browning almost to the same extent of that of fatty fish, and because dried squid also turned intensively brown on irradiation even after extracting solubles with ether or acetone (Tables 1 and 2).

In the case of irradiated milk, Wertheim *et al.*⁹⁻¹⁰) observed two types of non-enzymatic browning. One of these is said to resemble closely with the Maillard type of browning of heated milk and exhibit fluorescence under ultraviolet light. Another discoloration is produced in the system which is free from amine groups, and the precursor of this type of browning seems to be reductone-like substance derived from lactose. In a number of irradiation works on sugar solutions, it has been reported that certain substances which have a maximum absorption near at 270 m μ are formed when the sugar solutions are neutral or alkaline¹⁴⁻¹⁷).

From our present results, a substance with a maximum absorption at 270 m μ was also produced in all of sugars tested except glucose. But, it is interesting to note that the intensity of the absorption spectrum of each sugar did not coincide with that of the yellow discoloration of heated sugar solution. Especially, mannitol showed fairly high ϵ mol value at 270 m μ in contrast with the heated sample which presented no discoloration (Tables 3 and 4). On the other hand, the maximum absorption of sugar solution in ultraviolet wave length was found to shift to a longer wave length and also that intensity increased with the enhancement of pH value of sugar solutions (Expt. 4-1). This finding reveals that the substance produced by irradiation might be a compound other than the furfural derivative which is generally formed in Maillard reaction and invariable as to the wave length of maximum absorption at any pH value of the solutions.

As far as the browning of flesh is concerned, the effect of free sugar might not need further consideration, because (1) the intensity of discoloration was not different among samples to which various sugars were added and also from that of the control, leached sample with no sugar added (Table 5); and because (2) the discoloration was not intensified with the increase of pH value of the flesh (Table 8).

Literature

- 1) AMANO, K. and YAMADA, K.: Bull. of Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (Japan), **26**, 51 (1959).
- 2) TARR, H. L. A.: Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac., **74**, 17 (1948).
- 3) TARR, H. L. A.: J. Fish. Res. Bd. Can., **8**, 74 (1950).
- 4) TARR, H. L. A.: Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac., **92**, 23 (1952).
- 5) TARR, H. L. A.: Nature, **171**, 344 (1953).
- 6) TARR, H. L. A.: Food Technol., **8**, 15 (1954).
- 7) TARR, H. L. A. and BISSETT, H. M.: Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pac., **98**, 3 (1954).
- 8) NAGASAWA, Y.: Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **24**, 535, 816, 900, 971, 976 (1958-1959).
- 9) WERTHEIM, J. H., PROCTOR, B. E. and GOLDBLITH, S. A.: J. Dairy Sci., **39**, 1236 (1956).

- 10) WERTHEIM, J. H., ROYCHOUDHURY, R. N., HOFF, J., GOLDBLITH, S. A. and PROCTOR, B. E.: J. Agric. Food Chem., **5**, 944 (1957).
- 11) HANNAN, R. S.: Food Investigation, Special Rept., No. 61 (1955), H. M. S. O., London.
- 12) SRIENEY, M., LEWIS, U. J. and SCHWEIGERT, B. S.: J. Agric. Food Chem., **3**, 958 (1955).
- 13) DUGAN, Jr. L. R. and LANDIS, P. W.: J. Am. Oil Chemists' Soc., **33**, 152 (1956).
- 14) LAURENT, T. C.: J. Am. Chem. Soc., **78**, 1875 (1956).
- 15) ANNO, K., SENO, N. and HIRATA, K.: Paper read at the Annual Meeting of Agric. Chem. Soc. Jap., April (1959), Unpub.
- 16) BOTHNER-BY, C. T. and BALAZS, E. A.: Radiation Res., **6**, 302 (1957).
- 17) LIGGETT, R. W., FEAZEL, C. E. and ELLENBERG, J. Y.: J. Agric. Food Chem., **7**, 277 (1959).

γ 線照射による魚肉の褐変について—I 糖質の影響

山田金次郎, 天野慶之

要　　約

γ 線照射によつて魚肉が褐変する原因を明かにするため、魚肉中に含まれる糖質の影響を調べた。

照射による魚貝肉の褐変の度合と含油量を比較し寡脂魚でも可成りの褐変を生ずることを明かにし、かつ脱脂スルメが照射によつて褐変することを確め、魚肉の褐変には脂質の酸敗以外に他の因子も関与していることを明かにした。この因子が糖質であるか否かを検討するため、まず各種の糖溶液について照射による紫外部吸収物質の生成と照射糖溶液を加熱した後の褐変とを比較した。その結果、紫外部吸収物質はレダクトン様物質であり、その生成は褐変と無関係であることが判つた。つぎに水晒して糖質を除いた魚肉(スズキ)に各種の糖を加えて照射を行い、褐変に及ばず魚肉中の糖存在の影響を検討した。その結果によると水晒魚肉の褐変は糖添加の有無並に魚肉のpH値に無関係である。以上のことから魚肉中にある非結合性の糖質は照射による褐変と関係ないものと考えられる。

日本産および外国産魚粉類の栄養成分*

村 山 繁 雄・築 瀬 正 明

I. 緒 言

わが国における魚粉の生産量は、この数年間に著しく増大している。農林水産統計によれば昭和33年度における飼料用魚粉の生産量は5万トンを越え、これに魚粕等を加えると魚粉類の総量は約21万トンに達する。この外最近では北洋のカレイ、タラ、スケトウダラを原料とするフィッシュミール工船による魚粉製造がようやく軌道にのり、その生産量も逐年増加の傾向が認められる。その結果魚粉の品質も次第に向上し、優良な魚粉の相当量が輸出されている現状である。

魚粉の品質が原料の種類と製造法によつて大きく左右されることは容易に推測される。従来魚粉の栄養成分については、水分、脂肪、蛋白質、無機質等一般成分含量の報告が多く、ビタミン類については報告が少い。本報では日本産および外国産の魚粉、魚粕類等につき、一般成分と共に無機質の組成、諸種のビタミン含量を調査した結果を報告する。

II. 実験材料および定量方法

1. 実験材料 外国産魚粉類については何れも製造年月を明らかにし得ないが、製造後比較的新しい製品であると推定している。日本産魚粉類の中魚粉は昭和33年北洋においてミール工船で製造されたもので、その他の試料は34年8月北海道各地で製造されたものである。これらの試料は入手後防湿して低温貯蔵し34年9月～12月にわたり以下の分析に供した。

2. 定 量 方 法

(1) 一般分析

水分、粗蛋白、粗灰分の分析は常法によつた。粗脂肪については、精製エーテルを使用して常温浸出を行い、得たるエーテル可溶物を粗脂肪とした。カルシウム、磷、鉄の定量はA.O.A.C.の方法¹⁾に準拠して行つた。

(2) ビタミン類

a. ビタミンA 粗脂肪定量により得たエーテル可溶物より不鹼化物を採取し、三塩化アンチモンを用い比色定量を行つた。

b. ビタミンB₁ チオクローム法により総B₁を測定した。

c. ビタミンB₂ ルミフラビン蛍光法により総B₂を測定した。

d. ビタミンB₆ *Saccharomyces carlsbergensis* を試験菌とする bioassay により総B₆を測定した。

e. パントテン酸 *Lactobacillus arabinosus* を試験菌とする bioassay によつた。試料よりパントテン酸の抽出には mylase P を使用した。

f. 葉酸 *Streptococcus faecalis* を試験菌とする bioassay により pteroyl glutamic acid およびその類似物質の合計を葉酸として定量した。葉酸の抽出には新鮮な豚の腎臓酵素液を用いた。

g. ビタミンB₁₂ *Euglena* 法によつた。試料よりB₁₂の抽出には KCN 添加、熱水抽出を採用した。

* 1960年2月9日受理、東海区水産研究所業績A第128号。

Table 1. 外国産魚粉類
Nutritive elements of fish

試料番号 Sample	原料及び産地 Material and source	水分 Moisture	粗脂肪 Crude fat	粗蛋白 Crude protein	粗灰分 Crude ash	無機質成分 Inorganic substance		
						カルシウム Ca	燐 P	鉄 Fe
No.		%	%	%	%	mg %	mg %	mg %
1	タラミール, アイスランド Cod, Iceland	9.0	2.8	67.1 (76.0)	19.6 (22.2)	5,970 (6,764)	3,980 (4,509)	68.5 (77.6)
2	フィッシュミール, アイスランド Red fish, Iceland	8.5	10.9	59.5 (73.8)	18.5 (22.9)	5,980 (7,415)	3,860 (4,786)	29.7 (36.8)
3	ニシンミール, ノルウェー Herring, Norway	9.7	7.0	66.8 (80.2)	12.1 (14.5)	1,950 (2,340)	2,570 (3084)	31.7 (38.0)
4	フィッシュミール, ポルトガル Unidentified fish, Portugal	8.3	9.4	52.1 (63.3)	24.9 (30.3)	5,220 (6,342)	3,430 (4,167)	59.0 (71.7)
5	カタクチイワシミール, ペルー Anchovy, Peru	8.5	5.8	64.6 (75.3)	13.9 (16.2)	4,470 (5,212)	3,060 (3,567)	30.3 (35.3)
6	イワシ類ミール, アンゴラ Pilchard, Angola	7.6	5.0	64.2 (73.4)	19.0 (21.7)	5,720 (6,544)	3,910 (4,473)	49.3 (56.4)
7	タラ肝臓ミール, ノルウェー Cod liver, Norway	8.5	34.0	44.1 (76.7)	7.9 (13.7)	1,250 (2,174)	1,255 (2,182)	308.4 (536.3)
8	フィッシュソルブル, ドイツ Fish solubles, Germany	3.5	3.8	76.0 (81.9)	15.9 (17.1)	350 (378)	1,170 (1,260)	11.7 (12.6)

カツコ内の数値は脱脂乾燥物換算値を示す。
Numerals in parentheses indicate the values converted on the basis of dry and defatted

Table 2. 日本産魚粉類
Nutritive elements of

試料番号 Sample	原料及び産地 Material and source	水分 Moisture	粗脂肪 Crude fat	粗蛋白 Crude protein	粗灰分 Crude ash
No.		%	%	%	%
9	フィッシュミール, 北洋 Flat fish, Cod and Alaska pollack, North Pacific	7.1	4.7	66.5 (75.3)	16.9 (19.1)
10	スケソウ荒粕, 稚内 Processed from Alaska pollack waste, Wakkanai	11.8	6.9	54.4 (66.9)	23.8 (27.4)
11	スケソウ荒粕, 網走 Processed from Alaska pollack waste, Abashiri	12.0	8.1	53.2 (66.6)	21.7 (27.1)
12	カジカ, 雑魚粕, 稚内 Processed from miscellaneous fish, Wakkanai	11.9	13.1	56.1 (74.8)	14.1 (18.8)
13	カレイ, 雑魚粕, 網走 Processed from miscellaneous fish, Abashiri	12.1	5.0	56.0 (67.5)	20.0 (24.1)
14	カニ殻, 紋別 Crab, Monbetsu	16.5	1.6	30.8 (37.6)	29.2 (35.7)
15	塩虫, 広尾 A kind of crustacean, Hiroo	13.5	2.9	32.4 (38.8)	29.6 (35.4)

カツコ内の数値は脱脂乾燥物換算値を示す。
Numerals in parentheses indicate the values converted on the basis of dry and defatted

の 栄 養 成 分

meals and solubles produced in various countries.

ビタミン A Vitamin A	ビタミン B ₁ Vitamin B ₁	ビタミン B ₂ Vitamin B ₂	ビタミン B ₆ Vitamin B ₆	パントテン酸 Pantothenic acid	葉 酸 Folic acid	ビタミン B ₁₂ Vitamin B ₁₂
IU/g	γ/g	γ/g	γ/g	γ/g	γ/100 g	γ/100 g
1.8	10.3 (11.7)	4.8 (5.4)	18 (20)	14 (16)	16 (18)	4.0 (4.5)
7.0	0.6 (0.7)	2.9 (3.6)	10 (12)	10 (12)	30 (37)	6.0 (7.4)
8.9	1.4 (1.7)	5.2 (6.2)	8.0 (10)	21 (25)	30 (36)	5.6 (6.7)
3.3	0.7 (0.9)	1.3 (1.6)	2.8 (3.4)	9.4 (11)	20 (24)	5.6 (6.8)
4.5	0.3 (0.4)	2.5 (2.9)	14 (16)	9.3 (11)	16 (19)	18 (21)
5.1	0.3 (0.3)	5.1 (5.8)	8.0 (9.1)	7.0 (8.0)	20 (23)	14 (16)
4.2	2.1 (3.7)	9.8 (17.0)	10 (17)	19 (33)	120 (209)	8.6 (15)
5.8	5.0 (5.4)	4.0 (4.3)	34 (37)	33 (36)	80 (86)	18 (19)

material.

の 栄 養 成 分

Japanese fish meals.

無 機 質 成 分 Inorganic substance			ビタミン A Vitamin A	ビタミン B ₁ Vitamin B ₁	ビタミン B ₂ Vitamin B ₂	ビタミン B ₆ Vitamin B ₆	パント テン酸 Panto- thenic acid	葉 酸 Folic acid	ビタミン B ₁₂ Vitamin B ₁₂
カルシウム Ca	燐 P	鉄 Fe	IU/g	γ/g	γ/g	γ/g	γ/g	γ/100 g	γ/100 g
mg %	mg %	mg %							
5,280 (5,982)	3,560 (4,033)	23.0 (26.0)	8.8	0.5 (0.6)	2.5 (2.8)	7.2 (8.2)	6.0 (6.8)	12 (14)	4.8 (5.4)
7,660 (9,422)	3,725 (4,582)	76.8 (94.5)	2.4	7.6 (9.3)	7.5 (9.2)	1.8 (2.2)	6.4 (7.9)	25 (31)	7.5 (9.2)
6,770 (8,469)	3,910 (4,891)	45.5 (56.9)	3.0	2.0 (2.5)	4.1 (5.1)	2.3 (2.9)	5.6 (7.0)	88 (110)	5.4 (6.8)
4,540 (6,052)	2,135 (2,846)	44.5 (59.3)	3.4	0.8 (1.1)	3.3 (4.4)	1.4 (1.9)	4.3 (5.7)	42 (56)	11 (14)
5,950 (7,176)	3,575 (4,311)	88.2 (106.4)	2.6	1.3 (1.6)	4.3 (5.2)	1.8 (2.2)	3.9 (4.7)	40 (48)	5.0 (6.0)
7,400 (9,035)	1,630 (1,990)	45.0 (54.9)	2.8	0.5 (0.6)	1.6 (1.9)	1.8 (2.2)	10 (12.5)	520 (635)	2.2 (2.7)
8,750 (10,465)	670 (801)	264.0 (315.7)	1.0	1.1 (1.3)	6.4 (7.7)	1.6 (1.9)	7.6 (9.1)	34 (41)	0.8 (1)

material.

III. 実験結果および考察

上記の定量法により得た結果を外国産魚粉類と日本産魚粉類に分け夫々 Table 1, Table 2 に示す。

Table 1 の中 No. 1~6 の外国産魚粉について見ると、これらは水分何れも 10% 以下、粗脂肪は 10% 以下のものが多く、粗蛋白 52.1~67.1%, 粗灰分 12.1~24.9% を示す。試料 No. 4 は蛋白質がやや少く、灰分が多過ぎるが、他は一般成分から見て良好な数値を有する。無機質成分の組成については No. 3 を除く他の魚粉はカルシウムと磷が無機質の大部を占め、カルシウムと磷の比は 1~2 で栄養的にも望ましい構成を示す。魚粉 No. 3 のカルシウムと磷の比が逆の傾向であるのは原料からカルシウムの多い骨等の部分が若干除かれたためか、或はフィツシユソルブルの様な添加物の影響によるものと推察される。

ビタミン A 含量については魚粉は製品の性質上ビタミン A の損失は相当大きいものと思うが、測定の結果は何れの試料にも多少のビタミン A が検出された。ビタミン A のこの傾向は Table 1, 2 の他の魚粉類においても認められる。

外国産魚粉のビタミン B 群含量につき、これを著者らが既に報告した一般魚類体組織中の B 群濃度²⁾に照して製品の製造、貯蔵による原料中のビタミン類の変化を推察すると、B₁, B₂, 葉酸は消耗が多いが、B₆, パントテン酸, B₁₂ は比較的良好に保有されているようである。魚粉 No. 1 は B₁ 含量が他の魚粉にくらべて著しく高く、B₆ 含量もまた最も高いこと、魚粉 No. 5, 6 に B₁₂ が濃厚であることが目立っているが、これらの原因が原料の差によるものか、または製法に基くものかは明らかに出来ない。

試料 No. 7, 8 は肝臓ミール、フィツシユソルブルであるから一般成分あるいはビタミン B 群含量が普通魚粉とは相当に異なっている。即ち肝臓ミールは粗脂肪含量が高く従つて粗蛋白含量は低い値を示し、また粗灰分が少い。無機成分はカルシウムと磷を略々等量含み、鉄が魚粉に比し著しく多いのが特色である。そのビタミン B 群は何れも魚粉より濃厚であるが、特に葉酸含量が高い。フィツシユソルブルは一般成分では魚粉と大差がないが無機質成分中のカルシウム、磷、鉄は共に遙かに少く、カルシウムと磷の比も 1 より小さい。ビタミン B 群含量は予期の如くおおむね魚粉を大巾に上回っている。

次に Table 2 の日本産魚粉類を見ると、No. 9 の魚粉は前表に示した外国産魚粉と比較しビタミン B 群の中には幾分低い値を示すものもあるが、大体同様な性状を有する。No. 10~13 の魚粕類は魚粉にくらべると水分が多く粗蛋白含量が概して低い。カルシウムと磷の比は魚粉より大きい傾向がある。ビタミン B₆, パントテン酸含量も魚粉よりかなり低いものが多い。

No. 14, 15 のカニ殻、塩虫ミールは魚粉、魚粕にくらべ、低脂肪、低蛋白で水分、粗灰分が多く、無機質の構成もカルシウムと磷の比が大き過ぎ餌飼料として魚粉、魚粕に劣ることがわかる。そのビタミン B 群含量も概して低いが、ただカニ殻ミールには葉酸が濃厚に含まれていることが注目される。

以上の如く魚粉類は種類によつて各栄養成分の含量に相応の差異があることを知つたが、今後魚粉製造の際に生ずるエキスを可及的に回収する等製法を改良することにより、栄養分的一段と豊富な製品を得ることが望まれる。また一般に魚粉を飼料として給与するには、単独ではなく穀類等と配合して用いられるが、魚粉の性状に応じて合理的に混合物の種類、量を調製するのが望ましい。

IV. 摘 要

日本産の魚粉 1 種, 魚粕類 4 種, 甲殻類ミール 2 種, また外国産の魚粉 6 種, 肝臓ミール 1 種, フイツシユソルブル 1 種について一般成分と共に, ビタミン A, B₁, B₂, B₆, パントテン酸, 葉酸, B₁₂ を測定し魚粉類の種類によるこれら諸成分の相違を比較した。

終りに本研究に当り御指導を賜った東利用部長, 実験に御援助を願った菊地技官に厚く感謝する。

文 献

- 1) Official Method of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists (1950).
- 2) 東 秀雄・村山繁雄・築瀬正明・田部井菊子: 日水誌, 24, 776 (1959). その他同誌上。

Nutritive Elements of Fish Meal and Solubles
Produced in Various Countries

Shigeo MURAYAMA and Masaaki YANASE

Synopsis

Commercial fish meal and solubles produced in various countries have been assayed for their nutritive components with particular attention on the contents of vitamin groups, for which few reports have been made so far.

The contents of moisture, oil, protein and ash were determined by use of standard methods. Modifications of the A.O.A.C. methods (1950) were employed for determining inorganic substances; microbiological assay for vitamin B₆, pantothenic acid, folic acid and vitamin B₁₂; physical and chemical procedures for vitamin A, thiamine and riboflavin.

The results of the assays presented in Tables 1 and 2 seem to confirm the view that nutrient values of fish meal and the like vary dependent on processing techniques as well as species of material fish, and that further studies should be encouraged for technological improvement including formulation of the recipe for a specific use.

魚類体中のビタミン A の消長に関する研究—Ⅲ*

ウナギにおける A の投与試験

東 秀雄・平尾秀一・山田充阿弥・菊地 嶺

野口 博**・飯塚三哉**

緒 言

魚に A を投与してその蓄積を検した例は秦¹⁾ 勝井²⁾ らのコイ、フナにおけるもののほかは見当たらないようである。著者らはウナギに A を与えて蓄積を検し、また A の投与を中止した時に体中の A がどのように減少するかを検したのでその結果を報告する。

実験方法および試料

1) ビタミン A 投与試験

供試ウナギ 静岡県水試浜名湖分場で飼育中の当才稚魚の中からなるべく大きさのそろつたものを選んで用いた。

試験水槽 径高さ共 1 m のコンクリート製の円形水槽三個を用い、水深を 40 cm とし、各々 30 尾の試験魚を放して、それぞれ Group I, II, III とした。水槽の上には木製の日よけを施し、内部を暗くして魚を落つかせるようにした。

餌料 基本餌料として、蒸したジャガイモ 90, ハマグリ脱脂乾燥粉末 8.7, マツカラム塩 (処法 No. 115) 0.85, 食用酵母 0.45 の割合 (重量比) に混合してよくねり、A 投与区にはこれに適量の A 油を加えた。この基本餌料は蛋白 20%, 糖質 72% である。

ハマグリ粉末はまず大粒のハマグリのみき身をチョツパーでひき、短時間加温してから減圧で水分の大部分を除き、精製エーテルで脂質及びビタミン A を抽出して除き、更に 40°C 前後の低温で乾燥して微粉にした。

貝を用いた理由は、蛋白質のほかにビタミン B 群、無機質などの栄養成分を多くふくむためであるが、後述のようにウナギの成育は不良であつた。これはウナギにおいては乾燥魚介肉はなまのものに比し、消化が劣るためであることがその後判明したが、本実験のさいにはこの点に気づかなかつた。

ビタミン A 油は Group III にはアブラガレイ肝油の分子蒸溜物 (10 万 iu/g), Group II にはそれを落花生油で 10 倍にうすめたもの (1 万 iu/g) を用い、それぞれ基本餌料に対し 1% 添加した。即ち II, III の餌料はそれぞれ gr 当 100, 1,000 iu の A を含み、普通の養魚餌料に比べればそれぞれ約 10 倍, 100 倍の A を含むことになる。餌料の投与量は毎日ウナギの体重の 1/10 に当たる量を与えたから、ウナギ体重 kg 当りそれぞれ 1 万, 10 万 iu の A を毎日与えたこととなる。

対照区は A 油を添加せず、基本餌料のみ与えた。

給餌は午前 8 時と午後 1 時の 2 回に分け、浅い皿にぬりつけて与えた。本試験期間中、餌つきはあまり良くなく、全部喰いつくすのに 1 時間ぐらい掛ることもあつた。しかし餌料が水中に分散したロスはごく少なかつたと考えられる。

* 1960 年 2 月 10 日受理, 東海区水産研究所業績 A 第 129 号。

** 静岡県水産試験場浜名湖分場。

以上のようにして1953年7月6日から8月7日まで32日間飼育した。

2) ビタミン A 消費試験

A の投与試験を終えた後、丸一日絶食させてから取上げて体重を測定し、各区それぞれ 15 尾のウナギを分析に供し、残り各 15 尾を冷凍魚を餌料として8月9日から10月16日まで62日間飼育した。

もとの Group I, II, III をそれぞれ I', II', III' と名づけた。

餌料は冷凍イワシ、ホツケを主に用い、時にサンマを用いた。いずれも骨を除いた全魚体をチヨツパーでひいて与えた。この餌料のAを数回測定したが平均 8 IU/g であつた。

結果および考察

1) ビタミン A 投与試験の結果

試験開始時および終了時のウナギの体重、A 含量、本期間中の餌料及びAの投与量、ウナギ体中への蓄積率をまとめて Table 1 に示す。Aの測定は Table 2 に示すように各区のウナギをやや大きいものと、やや小さいものとの二群に分け、それぞれをまとめてAを定量した。Table 1 にはこの平均値を掲げた。

Table 1 にみるように本試験期間中、体重は Group III のみ僅か増加したが他は却つて減少した。この現象は意外であつたが、餌料の消化率が著しく低く、可消化分がウナギの基礎代謝をまかなうのにさえやや不足であつたことを示すものであろう。

表にみるように、Aを多量に与えた Group III はAの蓄積が特に著しい。対照区はAを全く与えなかつたにもかかわらず単位体重当りのAは却つてやや増加したようにみえるが、1尾当りで計算するとAは試験の前後共 5.4 IU で全く増減はない。このことはウナギにおいては、生長しない場合には体中のAはほとんど消費されないことを示すものとおもわれる。

A の見掛上の蓄積率は Group II, III とも、投与したAの約 1% がウナギの体中に蓄積された

Table 1. ビタミン A 投与試験結果
Result of the vitamin A test on eel.

		平均体重	魚体 g 当り	1 尾当り A	本期間中ウナギ体中に蓄積された A	本期間中給餌量	本期間中 1 尾当り給与 A	蓄積 A / 給与 A
		Average body weight	Vit. A per g of eel	Vit. A in each eel	Vit. A accumulated in each eel (I)	Total feed for each eel	Total vit. A given to each eel (II)	(I)/(II) × 100
試験開始時 At the beginning of the experiment		g 1.39	IU 3.88	IU 5.4	IU —	g —	IU —	—
32日間飼育後 After 32 days' culture	Group I Given vitamin A free diet	1.35	3.99	5.4	0	5.295	0	—
	Group II Given 10,000 IU of vit. A per day per kg of body	1.38	7.86	10.8	5.4	5.255	526	1.03
	Group III Given 100,000 IU of vit. A per day per kg of body	1.53	43.70	66.8	61.4	5.348	5,348	1.15

Table 2. ビタミン A 投与ウナギの A 含量

Vitamin A content of the eel administered with a large quantity of vitamin A.

		ビ タ ミ ン A Vitamin A in the eel		
		内臓以外の魚体 Eviscerated body	内 臓 Viscera	魚体 g 当り Per g of whole body
試 験 開 始 時 At the beginning of the experiment		— IU/g	— IU/g	4.07 IU
		—	—	3.73
		—	—	3.76
				*3.88
32 日間 飼 育 後 After 32 days' culture	Group I	2.03	46.2	4.16
		1.97	55.3	3.80
				3.99
	Group II	2.66	127.0	9.62
		2.26	44.4	5.58
				7.86
	Group III	15.8	965.0	58.70
		10.3	452.0	28.70
				43.70

* 太字は平均値 Heavy numerals show mean values adopted in Table 1.

ことになる。しかしこの比率は餌料の種類や成育状態によつて変化することである。

Table 2 の数値から魚体と内臓との A 含量の関係を図示すると Fig. 1 のように直線を得る。即ちウナギ体中にとり入れられた A は魚体（主に肉）と内臓（主に肝臓）とに一定の比率で配分され蓄積されることが知られる。

2) ビタミン消費試験の結果

試験終了時のウナギの体重, A 含量, 本期間中の給餌量およびその中にふくまれていた A, 試験の前後におけるウナギ体中の A の増減などを Table 3 に示した。

本期間における体重の増重倍率で, 各区の成長を比較すると, Group I' と III' とはほぼ等しく, II' はやや低いことになるが, この差は有意ではないと思われる。即ち本実験の範囲では, 体中にあらかじめ相当量の A が貯えられていても, その後の生長にはあまり影響がないといえる。

本試料魚の A の定量は Table 4 に示すように, 各群から任意に 5 尾ずつ取出し, 各個体別に行った。Table 3 にはこの平均値をかかげた。

Table 4 の数値を Table 2 のそれと比較すると, 単位体重当りの A は, Group I' はほとんど元とかわらず, II' はやや減少し, III' は著しく減少して, 三群ともかなり似た値に落ちついた。

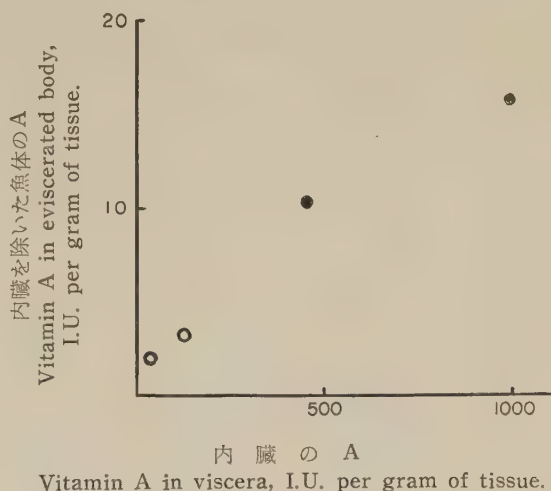


Fig. 1. Table 2 における, 内臓を除いた魚体（主に肉）と内臓（主に肝臓）との A 含量の関係。Relation of the vitamin A content between the eviscerated body and the viscera of eel fed on vitamin A rich diet.

○ Group II ● Group III

Table 3. ビタミン A 投与中止後
Vitamin A content in the eel transferred to ordinary

	試験開始時の 平均体重(B) Average body weight on starting	試験終了時の 平均体重(C) Average body weight at the end	増 重 倍 率 (C)/(B)	魚体 g 当り A Vitamin A per gram of fish
Group I' Transferred to ordinary diet from the vitamin A free diet	g 1.35	g 3.73	2.76	IU 3.95
Group II' Group II transferred to ordinary diet	1.38	3.29	2.38	5.07
Group III' Group III transferred to ordinary diet	1.53	4.07	2.66	7.05

Table 4. ビタミン A 蓄積試験後、冷凍魚を餌料として 62 日間飼育したウナギの A 含量
Vitamin A content in the eel fed for 62 days on frozen sardin, atka mackerel
and pacific saury, after the vit. A feeding test as shown in Table 2.

	全 長 Total length	体 重 Body weight	魚 体 Eviscerated body			内 臓 Viscera		全魚体の g 当り A Vit. A per g of whole body
			含油量 Oil content	油 中 A Vit. A in oil	組織 g 中 A Vit. A per g of tissue	重 量 Weight	組織 g 中 A Vit. A per g of tissue	
Group I'	cm	g	%	IU/g	IU	g	IU	IU
	17.7	6.55	8.06	28.0	2.26	0.455	13.5	3.04
	16.2	5.20	6.05	28.0	1.69	0.370	22.5	3.21
	16.2	4.70	6.95	18.3	1.27	0.323	14.1	2.16
	14.9	3.40	4.22	41.5	1.75	0.170	54.5	4.40
	11.8	2.00	5.88	63.9	3.76	0.090	75.0	6.98
								3.95
Group II'	18.9	7.30	7.87	26.8	2.11	0.358	64.0	5.13
	17.1	5.70	5.99	35.7	2.14	0.305	45.3	4.43
	16.5	4.65	7.24	30.3	2.19	0.320	31.9	4.24
	15.4	4.35	7.60	23.4	1.78	0.265	50.8	4.79
	15.4	3.55	7.67	35.2	2.70	0.205	59.7	5.99
	12.3	2.00	7.55	35.4	2.67	0.068	120.0	5.86
								5.07
Group III'	16.4	5.50	6.48	35.2	2.28	0.385	89.7	7.98
	15.4	4.10	5.86	41.8	2.45	0.260	75.5	7.10
	14.1	3.45	7.92	32.2	2.55	0.275	82.8	8.93
	18.2	2.40	4.69	94.8	4.44	0.115	42.3	6.24
	17.7	2.20	5.47	55.9	3.06	0.128	35.6	4.96
								7.04

Table 4 の数値から、各区における魚体（内臓以外の）と内臓との A 含量の関係を図示すると Fig. 2 のようになる。即ち、Group I' においては両者の間に正相関、III' においては逆相関がみられ、II' においては両者は無関係のようである。これを Fig. 1 とあわせて考えると、Group I' は A が増加しつつあり、III' は減少しつつあり、II' は平衡状態にあるといえよう。そして A が減少する時は、増加の時と反対に内臓（主に肝臓）が魚体（主に肉）よりも先に A の減少を起すということが推察される。

本期間にはウナギの体重はかなり増加したので、1 尾当りの A の総量は Group I' および II' においては増加したことになり、本期間中の A の蓄積率（見掛値）即ち、「増加した A/餌料中の A」

のウナギ体中のAの増減

diet after feeding of high potency of vitamin A.

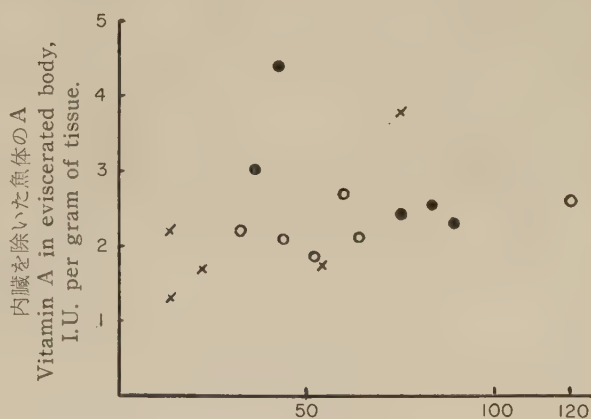
1尾当りA (D) Vitamin A in each fish	本試験期間中 のAの増減 Increase or decrease of A in each fish	本試験期間中 1尾当り給餌量 (F) Amount of feed for each fish during the test	1尾当り餌 料中のA量 (E) Amount of A in the diet	Aの見掛け の蓄積率 D/E×100	餌料のウナギ肉へ の転換率(見掛け値) C-B F×100
IU 14.2	IU 8.8	g 14.2	IU 113.4	% 7.8	16.8
16.7	5.9	14.1	112.8	5.2	13.6
28.6	-38.2	14.2	113.4	-133.7	16.6

は Group I' 7.8%, II' 5.2% となる。
また III' においては給与したAの全部が吸収されずその上多量のAが排泄されたこととなる。

本試験の餌料は冷凍魚であるから仮にその蛋白含量がウナギとほぼ等しいとすると、蛋白の転換率は 13.6~16.8 となるから、Group I' および II' においてはAは蛋白の約 1/2 しか蓄積されなかつたことになる。即ちこの両群においては、この試験の餌料のごとき 8iu/g 程度の A では生長時にはやや不足ではないかともみられる。しかしそれならば II' および III' は生長の点で Group I' よりも若干は勝るはずだと考えられる。また仮にこの試験における蛋白とAとの蓄積率の差が、ウナギの生長に消費されたAであるとなると大凡、数百iu/体重 kg 当となり、

人、ラットなどにおける 30~60iu/体重 kg 当と離れすぎているようであり、本実験の 1) にのべたような、生長のない場合にはAの消費がないという結果とも矛盾するようである。

本報の二つの実験結果を総合すると、ウナギにおいては生命維持及び体重増加に必要なAの量はごくわずかであり、ウナギにおいては体中のA濃度は主として餌料中のA濃度がウナギのそれよりも高いか低いかに従つて増減するといえるであろう。但しそれならばAを投与しなかつた群が、全くAの低下を示さなかつた事実の説明が困難であるが、ウナギにおいては体中のAが、体重 g 当り約 3iu 以下にならない何か別の理由がありそうにおもわれる。少くとも著者らの実験の範囲ではA含量の著しく低い個体は、天然、養殖ともにウナギには発見されなかつた。そしてこの点については続報に論ずる予定である。



内臓のA
Vitamin A in the viscera, I.U. per gram of tissue.

Fig. 2. Table 4 における、内臓を除いた魚体(主に肉)と内臓(主に肝臓)とのA含量の關係。

Relation of the vitamin A content between the eviscerated body and the viscera of eel which were transferred from vitamin A-rich diet to the ordinary diet;

× Group I, ○ Group II, ● Group III.

摘 要

1) ウナギの稚魚を用いて体中のビタミンAと餌料のビタミンAとの関係を検した。餌料の関係か、ウナギの体重は増加しなかつた。この場合、Aをふくまぬ餌料で飼つても 32 日間にAは全く減少しなかつた。gr 当 100, 1,000 IU のAをふくむ餌料を与えたものは、いずれも投与Aの 1% がウナギに蓄積された。Aは内臓と肉とに一定の割合で配分され蓄積された。

2) Aを蓄積せしめた後、冷凍魚餌料に移した。体中のAの蓄積量はその後の生長に無関係であつた。前の試験でAを与えなかつたものはこの試験でAがやや増加傾向を示し、前にAを多く蓄積したものは減少傾向を示した。そして内臓(肝臓)が肉よりも先にAの減少を示すようであつた。

3) ウナギにおいては生命維持および体重増加に必要なAの量はわずかであり、体中のA濃度は主として餌料中のA濃度がウナギのそれよりも高いか低いかによつて左右されるものと考えた。

文 献

- 1) 秦 満 夫：日本水産学会講演 (1954)。
- 2) 勝井五一郎：ビタミン 5, 417 (1952)。

Studies on Fluctuation of the Vitamin A Content in Fishes—III Vitamin A Feeding Test on Eel.

Hideo HIGASHI, Shuichi HIRAO, Juami YAMADA, Ryô KIKUCHI,
Hiroshi NOGUCHI and Sanya IIZUKA

Synopsis

The accumulation and decrease of vitamin A in eel were observed by experimental diet. Three groups of 30 sample fish each were reared for 32 days in an aquarium on diet free from A (Group 1), diet of 100 IU of A per gram (II), and 1,000 IU of A per gram (III), respectively.

Though they did not show any increase in body weight, probably on account of poor digestibility of experimental diet as the authors used deoiled, dehydrated clam powder as the protein source, vitamin A in eel was considerably increased on the groups II and III. Results are illustrated in Tables 1 and 2. Vitamin A seemed to be accumulated in both muscles and viscera on a certain proportion as shown in Fig. 1.

After the vitamin A feeding test 15 fish from each group were transferred on minced frozen fish diet containing 8 IU/g of vitamin A. After 62 days' culture vitamin A was determined. The results are illustrated in Tables 3 and 4. The level of vitamin A was found unchanged in the fish from the group I. The level in group II, however, slightly decreased and in group III considerably decreased. The growth of eel, however, was seen indifferent of the amount of vitamin A stored in the body.

It is, therefore, assumed that the amount of vitamin A necessary both for the maintenance of life and for growth of eel is very small.

Further studies have to be made for elucidating a reason or reasons why the vitamin A level in eel does not decrease more than approximately 3 IU per gram of body weight.

養魚餌料の効率向上に関する研究—I*

ウナギおよびニジマスにおける餌料の
胃腸内滞留時間および消化率の測定

平尾秀一・山田充阿弥・菊地嶺

緒 言

養魚の餌料効率を考える場合に、その餌料がどの程度消化されているかを知ることが、まず必要なことであるが、この点については従来検討された例が甚だ少いのは、一般の観測方法によつてはこれを正確につかむことが困難であつたためと思われる。著者等は P^{32} をトレーサーとして、ウナギおよびニジマスにおける餌料の胃腸内滞留時間、およびその消化率を測定したのでその結果を報告する。

実験方法および結果

標識化合物 P^{32} を水不溶性の Ammonium phospho molybdate の形で用いることとした。即ち本化合物は消化吸収されないので、本化合物と他の餌料成分とが同じ速さで消化管内を通過してゆくものと仮定すれば、餌料の通過時間はもちろん、餌料の消化率も観測されることになる。

(1) ウナギにおける餌料の胃腸内滞留時間の測定

(イ) 試験池および試験魚

ウナギの摂餌状態は環境により著しく影響されるので、できるだけ実際の養魚池に近い条件において試験するため静岡県水試浜名湖分場の 1 坪の池を用いて実験をおこなつた。

体重 18g 内外のウナギ 30 尾を用い、予め 1 ヶ月間通常の餌料を与えて池に馴らせてから、3 日間絶食せしめて後試験餌料を与えた。試験餌料はイワシ摺身に前記の Ammonium phospho molybdate を約 0.1% 混じて製した。この餌料のカウント数は含水物で 12,040 cpm/g. 乾物で 220,000 cpm/g であつた。

午前 10 時に餌料を投与後 3, 6, 9, 12, 20 時間後に 5 尾ずつ取上げ、消化管を取出し、胃、腸の前部、腸の後部に分ち、それぞれ内容物を検した。

試験当日の天候は小雨のち曇で気温 20.2°C, 水温 20.0°C (午後 2 時) で摂餌状態は稍不良であつた。

(ロ) 結 果

各時間における胃、腸の前部、腸の後部における cpm を測定して Table 1 の結果を得た。なお胃腸の内容物以外の部分にはカウントが検出されなかつた。

試験魚中、カウント数が 0 に近いものは摂餌しなかつたものであるから Table には除外した。当日は餌付状態がむらで、餌を摂らない個体が 1/3 近くあつた。

Table 1 には消化管の内容物の全カウント数、胃、腸の前部および後部におけるその分布を示した。表にみるごとく、9 時間以後の餌料においては、体中の総カウント数が著しく少くなつており、

* 1960年2月18日受理 東海区水産研究所業績A第130号

且つ腸の後部に主として分布しているから、本試験においては、餌料の大部分は9時間以内に排泄されたことが知られる。

(ハ) 考 察

この試験は予備的なものであり、消化時間は餌料の種類や摂取量によつて異なるであろうから、今後更に検討の余地はあるが、ウナギにおける餌料の消化管内滞留時間は、かなり短いものであることが明かになった。

(2) ニジマスにおける餌料消化時間および消化率の測定

現在養殖ニジマスに用いられている餌料はサナギ、イサザ、魚粉、麦ヌカ（大麦のフスマ）などを適宜配合したものであるが、前記のウナギの場合と同様、これらの配合割合やその消化率、消化時間等についてはあまり検討されていない。そこで現在一般に用いられている餌料のおのおのにつき、ウナギと同様の方法で、消化管内滞留時間および消化率の測定をおこなつた。

(イ) 試験池および試験魚

ニジマスもウナギと同様池の大きさ、魚の数などによつて、摂餌状態が変化するので、できるだけ実際の養魚池と同様な条件において試験するために、静岡県富士養鱒場の稚魚用池を用いて実験をおこなつた。

即ち稚魚用プール（長さ 5m、巾 1m）6ヶに体重 100g 内外のニジマス各 15 尾を放ち、池に馴らした後に試験を開始した。供試験魚は予め6日間餌料を与えず空腹状態にしておいた。トレーサーは前述のウナギの場合と同じく、 P^{32} を Ammonium phospho molybdate の形で使用した。

試験餌料は乾燥サナギ粉、脱脂魚粉、煮干イサザ粉、大麦仕上ヌカ、冷凍小アジおよび配合餌料の6種である。乾燥サナギ粉は脱脂サナギを約 80 メツシュに粉碎したもの。脱脂魚粉はサンマ魚粉をベンゾールで脱脂し、100 メツシュに粉碎したもの。煮干イサザ粉は 80 メツシュの粉末である。サナギ粉、脱脂魚粉、イサザ粉は少量のゼラチンを加えてこね、水分を約 50% 含むものを作つて用いた。大麦仕上ヌカはせいろうでむしたもの、冷凍アジは全長 10cm 程度の小さいものでそのまま肉ひき機でひいて与えた。配合餌料は同養鱒場で常に用いているもので、冷凍アジ20%、イサザ30%、乾燥サナギ粉15%、魚肝 5%、麦ヌカ 15%、米ヌカ 10%、青菜 5%（重量比）に混じったものである。

午後1時、餌料投与後一定時間毎に3尾ずつ取上げ、消化管を取出し、ウナギの場合と同様の方法で検した。

試験当日の水温 10°C、摂餌状態は良好であつた。

(ロ) 結 果

各時間における胃、腸の前半、腸の後半における内容物（乾物として）の cpm を測定し、各餌料毎に、投与直後の cpm に対する比率で示せば Table 2 の通りである。即ちこの数値は摂取した量を 100 とした場合の、各部位及び各時間における餌料の現在高を示すわけである。但し腸内通過に伴い、可消化成分は次第に消化吸収されてゆくから、トレーサーの濃度は変るわけで、この表の数値は未変化の状態に戻してあらわしたことになる。

本試験においては摂餌量の個体差はかなり小さかつた。

表には平均値を示した。表にみるごとく、餌料の胃内滞留時間はウナギよりはるかに長く、30時間後においてもまだかなりの量が残っている。小アジ区は 15 時間の値が最も小さいが、これは他の餌料と異り、蛋白が変性していないためであろう。またこの餌料は特に水分が多かつた（約 80%）ことも関係しているであろう。しかしこの餌料の 24、30 時間の値が 15 時間のそれに比しあ

まり小さくないのは、小骨のごとき不消化物がかなり多いためと考えられる。

一般に腸の内容物は胃のそれよりは量が少なく、胃の内容物の減少は直接には腸の内容物の増加とは関連していない。即ちニジマスにおいては餌料は一旦、胃に喰いだめされ、それから少しずつ腸に送られ消化するものであろう。

次に各餌料の消化率を算出した。投与したトレーサーは魚体に全く吸収されないから、餌料のトレーサー濃度は消化管を通過するに従つて高くなる。たとえば糞のトレーサー濃度が餌料のその2倍（共に乾物に対し）であつたとすれば、餌料の1/2が消化吸収されたこととなる。ただしこの計算は餌料中の可消化分について行わなければ正しくないが、本実験ではその検討を行わなかつたので、単に見掛値を求めることとした。糞を採集することは困難であるので、30時間後の試料における腸の後半の内容物を糞に準ずるものとみなし、これと投与直後の胃の内容物とについて比較することにした。計算の結果は Table 3 の通りである。即ちこれらの餌料においては、乾燥サナギ粉がかなり良好な値を示す他は配合餌料が50%近い値を示すのみで、その他は著しく低いということになる。アジのごときはなまの材料でありながら消化率が低く出ているのは、前記のように、小骨が著しく多かつたため、真の消化率はこれよりかなり上まわると考えるが、魚粉等は灰分（20%以下）を考慮しても、消化率は50%以上にはならない計算となる。事実、試験魚の腹を押して、糞をおし出し、鏡検したところ、未変化の魚粉粒が相当量観察された。保科*の報告にもサナギは魚粉よりも蛋白効率が勝ることがのべられているが、本実験の結果と符合する。野生のニジマスが昆虫類を主に捕食している事から考えて、ニジマスはキチンに対してよく効く酵素をもつのではないかと想像される。

(ハ) 考 察

本実験もただ一回のみの試験であり、消化率や消化時間は種々の条件例えば投与量、餌料粒子の大きさ、魚の生理状態などによつて異なるであろうが、いずれにしても現在の餌料の種類、配合方法、給与方法などに改善の余地のあることを示すものであろう。さしあたり餌料調製の際、適当な方法を施して、より消化しやすい形にして与える工夫などがなされるべきであると考え。

摘 要

- 1) P^{32} を不溶性の Ammonium phospho molybdate の形でトレーサーに用い、餌料の胃腸内滞留時間及び消化率を測定した。
- 2) ウナギにおいてはイワン摺身が9時間以内に大部分排泄された。
- 3) ニジマスにおいては15時間後にも餌料の半分以上は胃に残つており、30時間後にも、配合餌料(サナギ、イサザ、冷凍アジ、魚肝、大麦仕上ヌカ等より成る)、脱脂魚粉は30%内外が胃に残つていた。
- 4) 投与直後の胃の内容物と、30時間後の腸の後部の内容物のトレーサー濃度の差から、その餌料の見掛の消化率を算出した。乾燥サナギ粉が71.1%の消化率を示したほかは、配合餌料46.9%、脱脂魚粉、乾燥イサザ粉、冷凍アジ、仕上ヌカいずれも40%以下で、殊に脱脂魚粉がよくなかつた。
- 5) 以上の数値には今後再検の余地はあろうが、いずれにしても餌料の消化率を向上せしめる工夫が必要であると述べた。

本実験を行うに当り種々と御協力をいただいた浜名湖水産試験場長野口博氏ほか場員各位、富士養鰯場長高野一夫氏、阿井敬雄技師、御指導いただいた当水研東秀雄利用部長に厚く御礼申上げる。

Table 1 ウナギにおける餌料の胃腸内滞留状態

Distribution of diet in the stomach and intestine of eel traced with P³².

投 与 後 の 時 間 Hours after feeding the experimental diet	消化器内容物の全 cpm Total counts of the contents in the stom- ach and intestine	消 化 器 中 の カ ウ ン ト の 分 布 Distribution of counts between stomach and intestine		
		胃 Stomach	腸 の 前 半 Anterior half of intestine	腸 の 後 半 Posterior half of intestine
3 時間	12,518 cpm	95 %	2 %	0 %
6	23,284	79	2	9
	13,480	95	4	1
9	4,014	15	30	55
	1,744	10	22	68
12	1,560	1	6	93
	1,119	2	46	52
20	102	2	62	36
	783	3	12	85
	621	3	23	74
	459	7	31	62
	595	1	25	74

Table 2 ニジマスにおける投与餌料の体中分布およびその時間的变化 (投与量を 100 とし、それに対する%であらわした)

Distribution of diet through digestive organs of rainbow trout by the lapse of time after feeding. (Percentage based on the amount of feed recovered.)

餌 料 Diet	部 位 Part	投 与 後 の 経 過 時 間 Hours after feeding			
		5 時 間	15 時 間	24 時 間	30 時 間
乾燥サナギ粉 Dried pupa powder	胃 Stomach (S)	98.4	76.4	22.9	16.2
	腸 前 半 Anterior half of intestine (A)	1.6	7.4	12.2	12.5
	腸 後 半 Posterior half of intestine (P)	0	2.9	17.0	30.8
脱脂魚粉 Fish meal powder	胃 (S)	97.9	61.1	39.7	28.5
	腸 前 半 (A)	2.1	9.3	8.6	14.6
	腸 後 半 (P)	0	7.9	14.6	14.8
乾燥イサザ粉 Dried mysis powder	胃 (S)	93.4	42.6	13.9	5.0
	腸 前 半 (A)	5.6	13.6	9.2	7.8
	腸 後 半 (P)	0.8	10.5	7.9	7.5
冷凍アジ Horse mackerel, minced	胃 (S)	82.7	36.3	23.7	10.4
	腸 前 半 (A)	16.0	23.5	27.7	15.2
	腸 後 半 (P)	1.6	20.2	19.3	18.2
仕上ヌカ Barley bran, steamed	胃 (S)	91.5	67.6	50.1	15.7
	腸 前 半 (A)	7.2	19.1	33.5	9.2
	腸 後 半 (P)	1.2	17.1	31.3	17.1

配合餌料	胃 (S)	94.8	65.6	**85.0	38.0
Mixed diet*	腸前半 (A)	4.9	5.9	10.8	8.8
	腸後半 (P)	0.3	6.0	6.0	12.2

* Ingredients are; horse mackerel, minced 20%, dried mysis 30%, deoiled pupa 15%, fish liver 5%, barley bran 15%, rice bran 10%, green vegetables 5%.

** 測定誤差とおもわれる。

This extreme value may be ascribable to some error in experiment.

Table 3 胃と腸の内容物のトレーサー濃度の差から餌料の消化率（見掛値）の計算

Digestive ratio of diet given to rainbow trout based on difference between the stomach content and intestine content.

餌料 Diet	投与直後の胃内容物 (a) cpm per gram of dry matter	30時間後の腸の後半の 内容物 (b) cpm per gram of dry matter	$(1 - \frac{a}{b}) \times 100^*$
乾燥サナギ粉 Dried pupa powder	9,860	34,200	71.1
脱脂魚粉 Fish meal powder	9,045	12,830	29.5
乾燥イサザ粉 Dried mysis powder	17,300	25,700	32.6
冷凍アジ Horse mackerel, minced	78,200	128,250	38.9
仕上ヌカ Barley bran, steamed	15,066	24,700	39.0
配合餌料 Mixed (See foot note in Table 2)	33,260	62,600	46.9

* The values of this column do not represent the true digestibilities as no correction of ash content is done.

On Improving the Efficiency of Feed for Fish Culture—I

Transit and Digestibility of Diet in Eel and
Rainbow Trout Observed by Use of P^{32}

Shuichi HIRAO, Juami YAMADA and Ryô KIKUCHI

Synopsis

In evaluating efficiency of feed for fish in culture, ordinary methods may not be feasible to observe an extent to which the diet has been digested by fish. In the present work, therefore, by adding ammonium phospho molybdate labelled with P^{32} to commercial diet for eel and rainbow trout, their transit through the alimentary canal and the digestibility were observed.

In the case of eel, minced sardine diet was nearly all excreted within 9 hours after feeding. After 12 hours only 10 per cent of the initial amount of feed was found remaining in the intestine (Table 1). In the experiment with rainbow trout,

various types of feed were given to the fish, and their distribution in the stomach and different parts of the intestine was observed at intervals of time after feeding (Table 2). Most types of feed given to the rainbow trout stayed in the stomach much longer than in the case of eel, as more than one half of the original amount remained there after 15 hours. Particularly, a mixed diet, which is popularly used in trout farms in Japan with the ingredients as footnoted in Table 2, was found in the stomach, even thirty hours after feeding, at the rate of nearly 40 per cent as much as the original amount.

The digestibility of diets was calculated on the basis of difference in concentration by cpm that existed between the stomach contents obtained immediately after feeding, and the posterior intestinal contents recovered 30 hours later. As shown in Table 3, all the diets tested except dried pupa showed poor digestibility. These findings suggest that more attention should be paid for improvement of digestibility of feed for fish culture especially from economical viewpoint.